Digitized by Google

FONDO PROVINCIA

NAZIONALE
B. Prov.
XIII
299
NAPOLI
BIBLIOTECA
VITT. EM. III

30-7-16

BIBLIOTECA PROVINCIALE

Armadio 0

Palchetto 9

Num.° d'ordine 59

105
7
41

B Prov
XIII
299-

1040 V (222) X. S. 1040

Physiologische Briefe

für

Gebildete aller Stände

von

Carl Vogt.

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE NAPOLI

Dritte vermehrte und verbesserte Auflage.

Gießen, 1861.
J. Ricker'sche Buchhandlung.

Erſte Abtheilung.

Das vegetative Leben.

645081 SbN

Erſter Brief.

Der Kreislauf des Bluts.

Das Blut iſt der Träger alles individuellen Lebens. Ohne ſeine Vermittlung giebt es keine Neubildung, keine Umwandlung des Beſtehenden, keine regelrechte Zurückbildung des Ueberflüſſigen. Gleich dem Prinzipe des Lebens ſelbſt iſt das Blut in ewigem Umſchwunge, in raſtloſer Bewegung begriffen; — bis in die entfernteſten Theile des Körpers reckt ſich ſein Strom, überall ſind ihm Bahnen aufgeſchloſſen, welche es nach beſtimmten Geſetzen durchläuft, nach allen Seiten hin findet es Kanäle, durch welche es ſeine belebende Kraft den umliegenden Organtheilen mittheilt und ſeine Beſtandtheile mit den ihrigen austauſcht. Der Begriff des Kreislaufes, ſeine thatſächliche Exiſtenz ſind allmählich in das Volksbewußtſein übergegangen; man ſpricht davon, wie wenn daran nicht gezweifelt werden könne; es iſt eine jener wenigen Wahrheiten, die ſich gleichſam durchgefiltert haben aus den wiſſenſchaftlichen Behältern und deren Beſtand man annimmt, ohne nach dem Beweiſe, ohne nach den Folgen zu fragen. Wie verhalten ſich die Gefäße und Kanäle, in denen das Blut kreiſt? Welche Kräfte ſind an ihnen thätig, und auf welche Weiſe wird dieſer ſtete Umlauf bedingt? Welche Beſchaffenheit endlich zeigt das Blut ſelbſt, welche chemiſche Zuſammenſetzung iſt ihm eigenthümlich und wie läßt ſich aus all dieſen Verhältniſſen die Rolle erklären, welche das Gefäßſyſtem im Organismus ſpielt?

Daß das Herz der Mittelpunkt des Blutkreislaufes ſei, dies wiſſen wir Alle aus eigener Erfahrung. Von ihm aus geht ein Syſtem von Röhren nach allen Theilen des Körpers, ſich immer mehr veräſtelnd und verzweigend, bis wir endlich mit dem bloßen Auge den letzten dünnen Reiſerchen nicht mehr folgen können. Von dieſen cylindriſchen Röhren, den Blutgefäßen, laſſen ſich ſchon äußeren

Kennzeichen nach zwei Arten unterſcheiden. Die einen ſind feſt, elaſtiſch, bleiben gleich einer Gummiröhre rund und offen, ſelbſt wenn ſie leer ſind oder durchſchnitten werden; das Blut ſtrömt in ihnen von dem Herzen weg nach den peripheriſchen Theilen des Körpers; — dieſe Röhren mit centrifugaler Richtung des Blutſtromes ſind die Arterien oder Schlagadern. Die anderen Gefäße ſind dünnwandiger, ſie fallen nach der Entleerung oder Durchſchneidung zuſammen; das Blut ſtrömt in ihnen von den peripheriſchen Theilen aus nach dem Herzen zu — wir nennen dieſe nach dem Mittelpunkte leitenden Kanäle die Venen oder Blutadern.

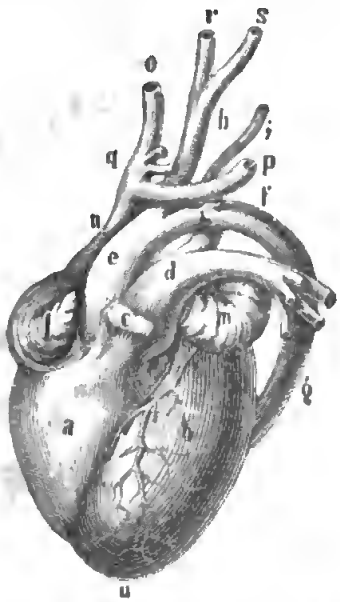


Fig 1. Das Herz mit den Blutgefäßſtämmen von vorn. a. Rechte Kammer. b. Linke Kammer. c, d. Lungenſchlagader. e. Aorta oder große Körperſchlagader. f. Bogen der Aorta. g. Abſteigende Aorta. h. Gemeinſchaftlicher Stamm der r. rechten Schlüſſelbein- und s. rechten Halsarterie. i. Linke Halsarterie. k. Anfang der nicht weiter gezeichneten linken Schlüſſelbeinarterie. l. Rechte Vorkammer. m. Linke Vorkammer. n. Obere Hohlvene. q, o. Gemeinſchaftliche rechte Halsarmvene. p. Gemeinſchaftliche linke Halsarmvene. u. Spitze des Herzens.

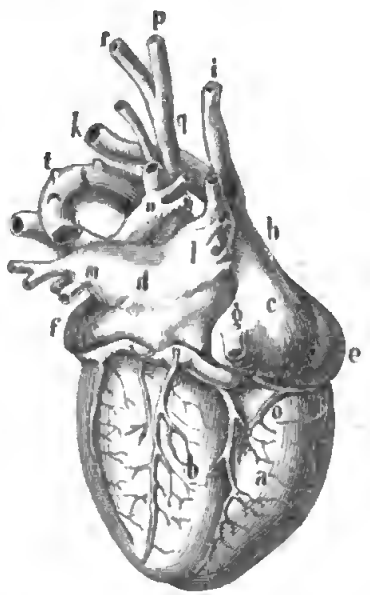


Fig. 2. Das Herz mit den Blutgefäßſtämmen von hinten. a. Rechte Kammer. b. Linke Kammer. c. Rechte Vorkammer. d. Linke Vorkammer. e. Rechtes, f. linkes Herzohr. g. Untere, h. obere Hohlvene. i. Gemeinſchaftliche rechte Halsarmvene. k. Gemeinſchaftliche linke Halsarmvene. l. Rechte Lungenvene. m. Linke Lungenvene. n. Kranzvene des Herzens. o. Kranzarterie des Herzens. q. Gemeinſchaftlicher Stamm der p. rechten Schlüſſelbein- und r. rechten Halsarterie (Carotis). s. Bogen der Aorta. t. Urſprung der linken Schlüſſelbeinarterie. u. Lungenarterie.

Das Herz ſelbſt iſt ein hohler Muskel; ein nach unten zugeſpitzter Beutel mit dicken Wänden, die aus ſchleifenförmig angeordneten Muskelfaſern gewoben ſind, welche durch ihre Zuſammenziehung den Beutel verengern und die darin enthaltene Flüſſigkeit auspreſſen können. Eine innere Scheidewand theilt der Länge nach dieſen Beutel in zwei Hälften, eine rechte und eine linke, und jede dieſer Hälften iſt wieder durch eine durchbrochene Querſcheidewand in zwei Abtheilungen getheilt, welche mit einander durch die Oeffnungen der Querſcheidewand in Communikation ſtehen. — Die Längsſcheidewand zeigt keine ſolche Communikationsöffnung; zwiſchen rechter und linker Herzhälfte beſteht keine Verbindung; das Blut in der einen kann ſich nie mit demjenigen der andern Hälfte vermiſchen. Auf dieſe Weiſe iſt das Herz in vier Abtheilungen getheilt, deren jede mit Blutgefäßen in Communikation ſteht, die einen mit den zuführenden Venen, die anderen mit den wegführenden Arterien. Die erſteren heißen die Vorkammern, Vorhöfe oder Atrien, ihre Muskelwände ſind gleich den Wänden der Venen ſchwächer, ihr Lumen größer als das der Kammern oder Ventrikel, welche ſich durch ſtarke Muskelſchichten auszeichnen. Jede Herzhälfte hat demnach einen Vorhof und eine Kammer, welche mit einander durch weite Oeffnungen in der Querſcheidewand, durch die ſogenannten Atrioventrikularöffnungen, in Verbindung ſtehen. Schon aus der Natur der einmündenden Gefäße kann man ſchließen, daß der Weg, welchen das Blut im Herzen nimmt, aus den Venen in die Vorkammern, von dort in die Kammern und aus dieſen durch die Arterien hinausgeht. Die relative Muskelſchwäche der Vorhöfe erklärt ſich ebenfalls ſchon aus dieſem Umſtande; — ſie haben das in ihnen angeſammelte, von der Peripherie kommende Blut durch ihre Zuſammenziehung nur in die Kammern zu treiben, wozu bei der Kürze des Wegs und der Weite der Communikationsöffnung gerade keine bedeutende Kraft gehört; während hingegen die Kammern einer bedeutenden Kraftentwicklung bedürfen, um ihre Blutmenge durch die engen Kanäle der Arterien bis in die entfernteſten Gebiete ihrer beiderſeitigen

Blutbahnen zu treiben. Die Richtung des Blutſtromes im Herzen wird durch ein äußerſt ſinnreiches Syſtem häutiger Klappen beſtimmt, welches namentlich in den Kammern in großer Vollkommenheit entwickelt iſt. Jede Herzabtheilung hat natürlich zwei Oeffnungen, eine, wodurch ſie mit den Gefäßen, eine andere, wodurch ſie mit der anderen Herzabtheilung derſelben Seite zuſammenhängt; ohne Klappen würde bei der Zuſammenziehung das Blut aus beiden Oeffnungen hinausgepreßt werden. An der Oeffnung zwiſchen je zwei Herzabtheilungen aber befindet ſich eine ſolche Klappe, wie ein Segel aus mehreren Zipfeln gebildet, deren Stellung in der Art angeordnet iſt, daß dem aus der Vorkammer her gepreßten Blute die Klappe ſich weit öffnet, während ſie im Momente ſich ſchließt, wo die Kammer ſich zuſammenzieht und das Blut gegen die Klappe antreibt.

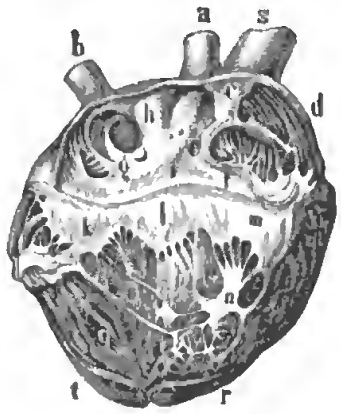


Fig. 3.

Das rechte Herz, aufgeſchnitten und ausgebreitet. a. Obere Hohlvene. b. Untere Hohlvene. c. Zwiſchenwand zwiſchen ihren Mündungen. d. Vorkammerwandung. e. Mündungen der kleinen Herzblutadern. f. Herzohr. g. Untere Hohlvenenmündung. h. Lower'ſcher Wulſt. k, l, m. die drei Zipfel der Klappe. n. Warzenmuskeln. o. Scheidewand gegen die linke Kammer. p. Oeffnung der Lungenſchlagader. q. Balkenmuskeln. r, t. Kammerwandung. s. Lungenſchlagader.

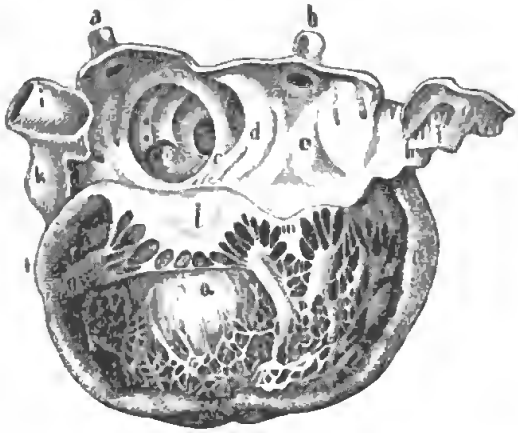


Fig. 4.

Das linke Herz ebenſo behandelt. a, b. Linke Lungenvenen. c, d. Oeffnungen der rechten Lungenvenen. e. Scheidewand gegen die rechte Vorkammer. f. Herzohr. g. Ueberreſt des eirunden Loches. h, i, k. Aufgeſchnittene und zurückgeſchlagene Theile der Vorkammerwand. l, m, n. Zipfel der Biſchofsklappe. o, p. Warzenmuskeln. q. Scheidewand gegen die rechte Kammer. r, s. Fleiſchbalken. t, u. Kammerwandung.

Die Segelklappe in der rechten Herzhälfte zwiſchen Vorkammer und Kammer heißt die dreizipfelige Klappe, die in der linken Herzhälfte gelegene die zweizipfelige oder Biſchofsklappe — beide beſtehen aus dünnen Sehnenhäuten, an welche ſich, an der Seite nach der Kammer zu, feine, oft bogenförmig geſchlungene Sehnenfaſern anſetzen, die von den Kammerwänden ſelbſt ausgehen und mit Warzenmuskeln zuſammenhängen, welche in die freie Herzhöhle hineinragen. Bei der Zuſammenziehung der Kammern ziehen ſich auch die Warzenmuskeln zuſammen, ſpannen durch ihre Sehnen wie durch Zugſeile die häutigen Segel und beſchleunigen ſo den Schluß derſelben. Die freien Ränder der Segel rollen ſich dann auf, legen ſich an einander und ſchließen ſchon bei dem geringſten Drucke von der Kammer her die Oeffnung vollkommen — während ſie im Augenblicke, wo dieſer Druck nachläßt, ſich öffnen und die Blutwelle vom Vorhofe her einſtrömen laſſen. — Noch einfacher ſind die Klappen an den Urſprüngen der beiden Hauptarterien, der Lungenſchlagader und der Aorta. Hier finden ſich die ſogenannten halbmondförmigen Klappen,

je drei Taſchenventile aus dünner Sehnenhaut mit freiem geradem Rande und bogenförmig angewachſener Baſis. Der Bogenrand ſchaut nach dem Herzen, der freie Rand nach der Peripherie hin, die Ventile liegen an der Arterienwand an, wie die Taſchen eines Kutſchenſchlages. Der aus den Kammern hervorgetriebene Blutſtrom läuft vom angewachſenen gegen den freien Rand des Ventiles hin; er drückt alſo dieſes an die Arterienwand an und rauſcht ungehindert darüber weg. Der Rückprall der Blutwelle gegen die Kammer hin fängt ſich in dem freien Rande, ſtellt das Ventil auf und ſchließt es, indem die Ränder der drei Klappen genau an einander paſſen.

Man hat durch Verſuche nachgewieſen, daß es nur eines äußerſt geringen Druckes bedarf, um die erwähnten Klappen zu ſtellen und zwar ſo zu ſtellen, daß ſie auch nicht einen Tropfen Flüſſigkeit durchlaſſen und vollkommen hermetiſch ſchließen. Jeder kann ſich davon leicht an dem Herzen eines friſch geſchlachteten Thieres überzeugen. Man braucht nur Waſſer aus einem Topfe in eine der großen Schlagadern zu gießen. Die geringe Kraft des Waſſerſtrahles reicht hin, die halbmondförmigen Klappen ſo zu ſchließen, daß auch nicht ein Tropfen Waſſer in die Kammer gelangt. Führt man durch die Arterien eine Röhre ein und gießt Waſſer in die Kammer, ſo kann man, bei aufgeſchnittenen Vorhöfen, den Schluß der Segelklappen an den Kammeröffnungen beobachten. Viele unheilbare Herzkrankheiten beruhen auf krankhafter Veränderung der Segelklappen oder der Taſchenventile, wodurch das Spiel derſelben gehemmt, ihr Schluß unvollkommen und der Kreislauf unregelmäßig gemacht wird. Bei Veränderung der Segelklappen ſtürzt ein Theil des in der Kammer befindlichen Blutes, ſtatt durch die Schlagadern ausgetrieben zu werden, in die Vorkammer zurück; bei unzureichendem Schluß der Taſchenventile fließt das in die Schlagadern getriebene Blut wieder in die Kammer zurück.

So vollkommen die genannten Klappeneinrichtungen an den Mündungen der Kammern ſind, ſo unvollkommen ſind die Vorrichtungen an den Einmündungen der Venen in die Vorhöfe.

Ringmuskeln, welche die Einmündungsstellen durch Zusammenziehung verengen, Vorsprünge und Faltensäume sind zwar hier angebracht, aber nicht in so vollständiger Weise ausgebildet, um, wie bei den Kammern, den Rückprall des Blutes bei der Zusammenziehung gänzlich zu verhindern. Die Klappenvorrichtungen an beiden Oeffnungen der Kammern genügen indessen schon, um aus dem Herzen ein hydrostatisches Druckwerk mit Ventilen zu machen, welche dem Blutstrom die gehörige Richtung anweisen. So genau sind alle Kräfte an dieser wunderbaren Maschine berechnet, so harmonisch ihr Zusammenwirken, daß die geringsten Fehler an den Klappen schon Unordnungen des Auslaufes erzeugen, indem der vollkommene Schluß nicht mehr erzielt werden kann, während bei vollkommener Bildung der Klappen bis zu dem letzten matten Herzschlage noch Kraft genug im Herzen vorhanden ist, um die Klappen gehörig zu stellen und so dem Blutstrom seine Richtung anzuweisen. Denn man bedenke wohl, daß das Herz ohne Klappen nur eine bewegende Maschine sein würde, welche das Blut aus allen seinen Oeffnungen hinausdrücken, nicht aber in einer stets bestimmten Richtung einseitig forttreiben würde, und daß nur die in rein mechanischer Weise angebrachten und spielenden Klappen es sind, welche die Richtung bestimmen und somit den Kreislauf und mit ihm das Leben ermöglichen.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß stets die gleichnamigen Abtheilungen beider Herzhälften sich in demselben Zeitmomente zusammenziehen, daß die beiden Vorkammern sich contrahiren, während die Kammern sich ausdehnen, und daß hernach die Zusammenziehung beider Kammern mit gleichzeitiger Ausdehnung der Vorkammern verbunden ist. Bei der Zusammenziehung oder Systole der Kammern hebt sich die Herzspitze, indem sie sich zugleich etwas um ihre Achse dreht und gegen die Brustwand anschlägt, während sie bei der Ausdehnung oder Diastole der Kammern wieder in ihre vorige Lage zurücksinkt. Diese stete Ortsveränderung des Herzens wird dadurch möglich, daß es, ohne weitere Befestigung als die durch die eintretenden

Blutgefäße bedingte, frei in einem weiten Sacke mit glatten Wänden, dem Herzbeutel, aufgehängt ist.

Jeder Herzschlag, den wir fühlen, ist demnach aus drei Tempo's zusammengesetzt: der Erweiterung oder Diastole der Kammern, während welcher sich die Vorkammern zusammenziehen; der Zusammenziehung oder Systole der Kammern, während welcher sich die Vorkammern ausdehnen, und einer Ruhezeit, während welcher das ganze Herz sich in Erschlaffung befindet. Bei der Kammersystole sind die Arterienklappen geöffnet und die Klappen an den Atrioventrikularöffnungen geschlossen, so daß das Blut in die Arterien eingetrieben wird, während ihm der Rückweg in die Vorhöfe verschlossen ist; zugleich sind die Vorhöfe weit ausgedehnt und das von außen her kommende Blut strömt in die Vorhöfe ein. Unsere schematische Figur 5, S. 12 ist auf diesen Augenblick der Herzthätigkeit hin gezeichnet. Bei der Vorkammersystole schließen sich die Venenöffnungen so weit als möglich, um den Rückprall des Blutes in dieser Richtung zu verhüten, während die Atrioventrikularöffnungen sich aufthun, das Blut in die Kammern einzulassen, die Arterienklappen dagegen sich schließen, und dem Rückstrom des Blutes in die Kammer, welche sich ausdehnt, Widerstand leisten.

Die Zusammenziehung der Kammern wie der Vorkammern ist mit besonderer Tonentwicklung verbunden. Man braucht das Ohr nur an die Herzgegend eines lebenden Menschen oder Thieres anzulegen, um diese Herztöne zu hören. Der erste Herzton bildet ein längeres, dumpfes, strömendes Rauschen, er fällt mit der Kammersystole zusammen; der zweite Herzton folgt unmittelbar auf den ersten und ist kurz, hell, klappend, er bezeichnet den Anfang der Zusammenziehung der Vorhöfe. Während des dumpfen Rauschens des ersten Herztones schlägt das Herz an die Brustwand an, und in normalem Zustande ist es nicht möglich, einen Zeitintervall zwischen dem Anschlagen des Herzens und dem ersten Tone zu finden. Die Entdeckung dieser Hörbarkeit der Herztöne und ihrer äußerst mannichfachen Veränderungen bei

organiſchen Krankheiten des Herzens bezeichnet eine neue Epoche in der Geſchichte der Medizin. Das Verhältniß der Töne zu den Herzbewegungen und ihre phyſikaliſche Urſache aufzuklären, hat man die mannichfachſte Mühe verwendet, und es iſt kein Theil des Herzens, dem man nicht einige oder alle Mithülfe an ihrer Entſtehung zuwenden wollte. Die Zuſammenziehung der Muskelfaſern des Herzens, das Einſchießen der Blutwellen in die geöffneten Herzräume, die Reibung derſelben an den Herzwänden, alle dieſe Momente wurden, aber vergebens, zu Hülfe genommen. Jetzt ſcheint man ſich endlich dahin verſtändigt zu haben, daß die Herztöne Klappentöne ſind, daß ſie vom Anſchlagen der Blutwellen an die ſich ſtellenden Klappen herrühren und daß ihre Verſchiedenheit eben in der verſchiedenen Größe und Anordnung der Klappen beſteht. Der erſte länger gehaltene dumpfe Ton würde die Schließung der großen, ſegelförmigen Klappen der Atrioventrikularöffnungen, der zweite diejenige der kleineren taſchenförmigen Arterienventile bezeichnen.

Verfolgen wir nun die allgemeine Bahn des Kreislaufes, indem wir von der linken Kammer aus dem Strome des Blutes nachgehen. Durch eine mit halbmondförmigen Taſchenventilen beſetzte Oeffnung tritt das Blut in die große Körperſchlagader, die Aorta, ein, und vertheilt ſich durch alle Aeſte und Zweige derſelben in alle Theile des Körpers.

In unſerer ſchematiſchen Figur (Fig. 5, S. 12) haben wir dieſen Körperſtrom dargeſtellt, wie wenn er ſich in zwei Ströme theilte, einen (b) für die obere, einen anderen (d) für die untere Körperhälfte — der eine verſorgt Kopf, Hals und Arme, der andere den Rumpf und die unteren Extremitäten mit Blut. In der Natur iſt dieſe Theilung nicht vollkommen ſtreng durchgeführt, wenn auch die großen Halsſchlagadern (Carotiden) weſentlich den Kopf, die Schlüſſelbeinadern (Subclaviae) die Arme, und die untere Aorta den übrigen Körper durch ihre Aeſte, Zweige und Zweiglein verſorgen.

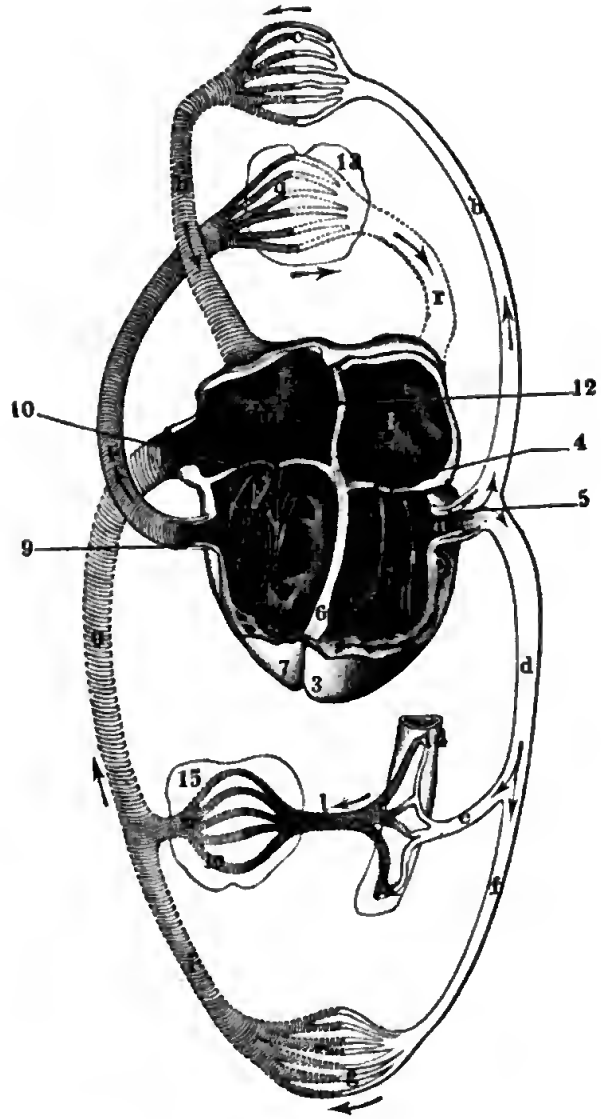


Fig. 5.

Schematiſche Darſtellung des Blutkreislaufes. Das Herz iſt der Länge nach durch einen quer auf die Scheidewand geführten Schnitt geöffnet, um die inneren Höhlen und Klappen zu zeigen, und zwar ſind dieſe letzteren in der Stellung gezeichnet, welche ſie bei der beginnenden Zuſammenziehung der Kammern (Systole) einnehmen. Die zwiſchen den Kammern und den Vorhöfen angebrachten Segelklappen ſind alſo geſchloſſen, die halbmondförmigen Klappen der großen Arterien aber geöffnet. Die Haargefäßſyſteme

ſind durch einfache Veräſtelungen angezeigt; alle zum Herzen führenden Gefäße (Venen) mit punktirten Linien, dagegen alle vom Herzen wegführenden Gefäße (Arterien) mit zuſammenhängenden Contourlinien bezeichnet; kleine Pfeile zeigen die Richtung der Blutſtrömung. Diejenigen Gefäße, welche dunkles Blut führen und mit der rechten Herzhälfte in Verbindung ſtehen (Körpervenen und Lungenarterien) ſind quer ſchraffirt; die Gefäße des Pfortaderſyſtems gekreuzt ſchattirt; die helles Blut führenden Gefäße (Lungenvenen und Körperarterien) ſind unſchraffirt gelaſſen.

1. Linker Vorhof. 2. Höhle der linken Kammer, die Sehnen und Warzenmuskeln zeigend, die ſich an die Lappen der Segelklappe (4) anſetzen. 3. Spitze des Herzens. 4. Zweizipfelige Klappe (Valvula mitralis). 5. Halbmondförmige Klappen (V. semilunares) der Aorta. 6. Scheidewand der Kammern. 7. Spitze der rechten Kammer. 8. Höhlung der rechten Kammer. 9. Halbmondförmige Klappen der Lungenarterie. 10. Dreizipfelige Klappe (Valvula tricuspidalis). 11. Rechter Vorhof. 12. Scheidewand der Vorhöfe. 13. Lunge. 14. Darm. 15. Leber.

a. Arterieller Körperſtrom (Aorta). b. Arterieller Strom für den Oberkörper. c. Capillarſyſtem des Oberkörpers. d. Arterieller Strom für den Unterkörper. e. Arterieller Strom für die Verdauungsorgane. f. Arterieller Strom für die untere Körperhälfte. g. Capillarſyſtem des Unterkörpers. h. Venöſer Strom vom Oberkörper (Obere Hohlvene). i. Venöſer Strom vom Unterkörper. k. Capillarſyſtem der Verdauungsorgane. l. Pfortader. m. Capillarſyſtem der Leber. n. Lebervenen. o. Untere Hohlvene. p. Lungenarterie. q. Capillarſyſtem der Lungen. r. Lungenvene.

So fein werden die letzten Aeſte der Arterien, daß ſie nur noch unter dem Mikroſkop unterſcheidbar ſind. In dieſem Zuſtande bilden ſie Netze, welche alle Organe durchſtricken. Die Inſeln von Organſubſtanz, welche bei einigen Geweben, wie z. B. in der Lunge oder der Leber, zwiſchen dieſen feinen Maſchen der Capillargefäße oder Haargefäße zurück bleiben, ſind oft ſo klein und unbedeutend, daß bei manchen älteren Anatomen namentlich der Glaube verbreitet war, die Gewebe des Körpers beſtänden nur aus dieſen letzten Zweigen der Blutgefäße. In jedem Organe des Körpers ſind dieſe Haargefäßnetze anders geſtaltet, je nach der Natur des Organes; anders in den Muskeln, anders in den Eingeweiden, anders in der Haut oder in den Knochen, wie dies aus den nachſtehenden Figuren hervorgeht, welche die Haargefäßnetze der Leber (Fig. 6), der Lunge (Fig. 7) und einer Darmzotte (Fig. 8) darſtellen.

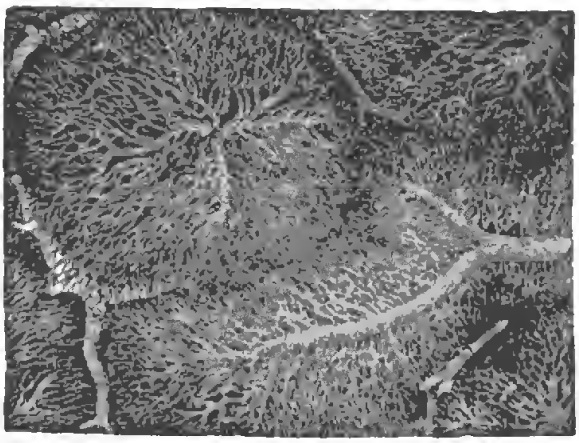


Fig. 6.

Haargefäßnetz der Leber, von den Lebervenen aus eingespritzt.

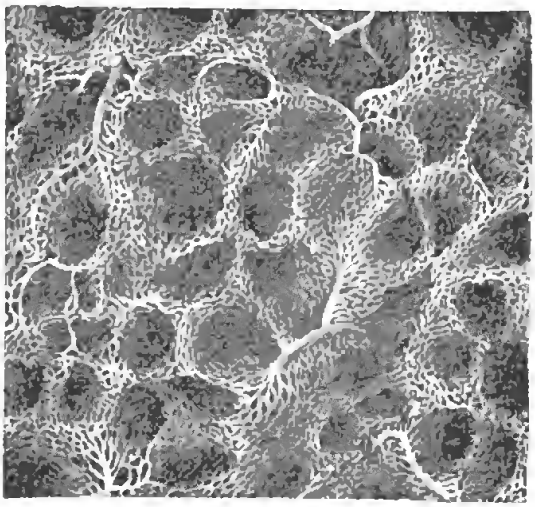


Fig. 7.

Haargefäßnetz der Lungenbläschen.

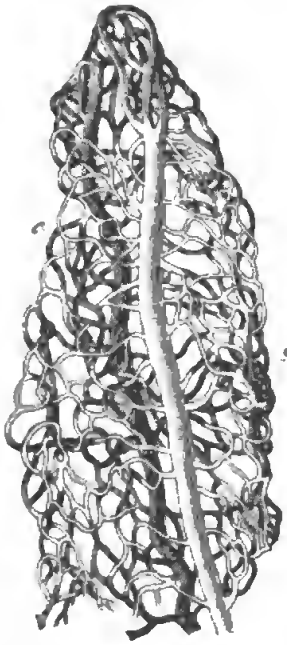


Fig. 8.

Haargefäßnetz einer Darmzotte. a. (dunkel ſchattirt) Arterie; b. Vene; c. Capillarnetz, ziemlich weitmaſchig.

Je lebhafter der Umſatz in einem Organe, deſto enger und gedrängter ſind auch die Netze, deſto geringer die Inſeln von Subſtanz, welche zwiſchen den Rinnen der Haargefäße zurückbleiben. Nur ſehr wenige Organe, wie z. B. die Oberhaut und die Haare, entbehren ihrer gänzlich. Aus dieſen Maſchennetzen nun ſammeln ſich allmählich wieder kleinere Stämmchen, welche unter einander zuſammen münden, größere Zweige und Aeſte und endlich zwei Hauptvenenſtämme bilden, die obere und untere Hohlvene, welche ſich in den rechten Vorhof einſenken und ſomit alles von der linken Kammer aus durch den Körper vertheilte Blut wieder in das Herz, aber in die rechte Herzhälfte, zurückführen. Man hat dieſe Sektion des Kreislaufes, von der linken Kammer aus durch die Haargefäße des Körpers und zurück in den rechten Vorhof, den *großen oder Körperkreislauf* genannt, und wie leicht einzuſehen und zu beweiſen iſt, hängt die Bewegung des Blutes in dieſer Bahn einzig und allein von den Zuſammenziehungen der linken Kammer ab. In dem rechten Vorhofe angelangt erhält das Blut einen neuen Impuls, es ſtrömt in die rechte Kammer und wird aus dieſer in die Lungen-

arterie getrieben. Die Lungenarterie vertheilt ſich in den Lungen in feine Capillaren, welche ſich wieder zu Venen ſammeln und endlich durch die großen Stämme der Lungenvenen in den linken Vorhof einmünden. Aus dieſem wird dann das Blut in die linke Kammer gepreßt, von welcher aus es von neuem ſeine Bahn beginnt. Man hat dieſen Abſchnitt des Kreislaufes aus der rechten Kammer durch die Lungen in die linke Vorkammer den kleinen oder Lungenkreislauf genannt.

Während eines einmaligen Umſchwunges durch ſeine Bahn läuft das Blut demnach zweimal durch das Herz, einmal, indem es aus dem großen Kreislaufe zurückkehrend durch das rechte Herz ſtreicht, um von da aus nach den Lungen getrieben zu werden, das zweite Mal, wenn es aus den Lungen in das linke Herz und durch dieſes in den Körper ſich begibt. Zu einem jeden Kreislaufe gehört eine ungleichnamige Abtheilung verſchiedener Herzhälften, zum großen linke Kammer und rechter Vorhof, zum kleinen rechte Kammer und linker Vorhof, und die Vermittlung zwiſchen den beiden im Herzen ſelbſt ſo ſtreng geſchiedenen Herzhälften geſchieht nur durch die Capillarſyſteme des Körpers einerſeits und durch die Haargefäße der Lungen anderſeits. Jede Hälfte eines Kreislaufes bildet gleichſam einen Baum, als deſſen Stamm das aus dem Herzen entſpringende Gefäß anzuſehen iſt, während die Krone mit den vielen tauſend Zweiglein in den Capillarſyſtemen repräſentirt iſt. Das arterielle, von der linken Kammer und der Aorta ausgehende Syſtem bildet einen ſolchen Baum, deſſen Zweige durch die Körpercapillaren unmittelbar in die Wurzeln des Körpervenenbaumes übergehen; ja, wenn man die Vergleichung noch weiter treiben wollte, ſo würde ſich der Stamm des in den Körpercapillaren zuſammengeſetzten venöſen Baumes durch die Hohlvenen in das rechte Herz fortſetzen und in den Lungen ſich veräſtelnd, ſeine Krone bilden, während hier, in den Capillaren der Lungen, der Körperarterienbaum entſpränge, ſeine Wurzeln in den Lungenvenen ſammelte und als Stamm durch das linke Herz ziehend ſeine Krone in den Körpercapillaren bildete. Wie man ſich auch die Sache vorſtellen mag, zu jeder

Hälfte des Kreislaufes gehören zwei centrale Herzabtheilungen, ein peripherisches Capillarsystem und ein System ausführender und rückführender Kanäle (Arterien und Venen); der große Kreislauf hat seine linke Kammer, seinen rechten Vorhof, seine Körperarterien und Körpervenen; der Lungenkreislauf seine rechte Kammer, seinen linken Vorhof, seine Lungenarterien und Lungenvenen.

Einer besondern Erwähnung ist noch das sogenannte Pfortadersystem werth, welches gleichsam ein Einschiebsel in den großen Kreislauf bildet. Der untere Körperstrom der Aorta versorgt nicht nur Rumpf und Beine, sondern auch die Eingeweide der Bauchhöhle und namentlich den Darmkanal und seine Anhänge mit arteriellen Gefäßen. Diese verzweigen sich und bilden Capillarnetze, aus denen Darmvenen sich zusammensetzen, welche endlich alle in eine große Vene, die Pfortader, sich vereinigen. Wäre die Anordnung wie an den übrigen Organen, so würde die Pfortader ihr Blut unmittelbar in eine Hohlvene ergießen und so es direkt dem rechten Vorhof zuführen. Dies ist aber nicht der Fall. Die Pfortader tritt in die Leber ein, und bildet in dieser Capillarnetze ganz wie eine Arterie — aus diesen Haargefäßen der Leber sammeln sich erst wieder die Lebervenen (n), welche das Blut in die Hohlvene und durch diese in das Herz ergießen. Während also im ganzen übrigen Körper das Blut stets nur ein Capillarsystem durchläuft, bevor es wieder in einer Herzabtheilung einen neuen Impuls erhält, durchströmt das den Darm speisende Blut zwei Capillarsysteme, das des Darmes und das der Leber, zwischen welchen keine bewegende Kraft angebracht ist, und kehrt dann erst wieder in das Herz zurück. Wir werden später sehen, daß diese eigenthümliche Anordnung des Darm- und Leber-Kreislaufes oder des Pfortadersystemes, die allen Wirbelthieren bis zu den Fischen herab eigen ist, in einer ganz besonderen Beziehung zu der Ernährung des Körpers überhaupt steht.

Die Capillarsysteme sind, wie wir später beweisen werden, der Sitz der chemischen und physikalischen Veränderungen der

Blutmaſſe. In den Haargefäßen geht der Prozeß der Ernährung, der Abſonderung, der Auffaugung vor ſich, und dieſer wechſelſeitige Austauſch von Stoffen in den Capillaren zwiſchen der Blutmaſſe einerſeits und den umgebenden Organtheilen anderſeits muß nothwendig eine gewiſſe Rückwirkung auf Farbe und Zuſammenſetzung des Blutes haben. In den Capillaren des Körpers wird das Blut dunkel, es erhält eine bläulich-violette Farbe; in den Capillaren der Lunge wird es hellroth, ſchäumend. Der Durchgang des Blutes durch das Herz verändert ſeine Zuſammenſetzung durchaus nicht; das Herz hat nur eine rein mechaniſche Beziehung zu dem Blute, es theilt ihm durch ſeine Zuſammenziehung nur die Bewegung mit. Wenn demnach der Durchgang durch Capillaren das Blut ändert, derjenige durch das Herz aber nicht, ſo müſſen die ungleichnamigen Gefäße der beiden Kreislaufhälften gleichartiges, die beiden Herzhälften verſchiedenartiges Blut führen. Die Lungenvenen führen hellrothes Blut, dieſes durchläuft das linke Herz und wird, ohne verändert zu werden, durch die Körperarterien weiter geſchafft; — in den Körpercapillaren wird das Blut dunkel, blau, und bleibt ſo durch die Venen, das rechte Herz und die Lungenarterien hindurch bis in die Lungencapillaren, wo es wieder hellroth wird. Man hat das hellrothe Blut auch arterielles, das blaurothe Blut venöſes Blut und demnach die linke Herzhälfte das Arterienherz, die rechte das Venenherz genannt; es folgt aus dieſen Benennungen leider eine große Verwirrung, denn die Lungenarterien führen blaurothes, venöſes Blut, die Lungenvenen hellrothes, arterielles. Ich weiß mich noch gar wohl zu erinnern, wie ſehr mir dieſe fatalen Benennungen eine klare Anſchauung des Kreislaufes behinderten; ich werde ſie hier nicht anwenden, und nur von dunklem und hellrothem Blute, von dunkler und heller oder rechter und linker Herzhälfte ſprechen.

Die ganze hydrauliſche Anordnung des Gefäßſyſtemes mit dem Herzen entſpricht den Anforderungen, welche an ein ſolches Röhrenſyſtem gemacht werden können, auf das Vollkommenſte. Schon in dem Herzen ſelbſt iſt keine Kraft unnöthig verſchwendet;

— die Kammerwandungen ſind ihrer Dicke und Muskelmaſſe nach genau der Bahn angemeſſen, durch welche ſie das Blut hindurchtreiben ſollen. Die linke Kammer, welche die geſammte Blutmaſſe durch alle Arterien, Capillaren und Venen des Körpers, ja ſogar theilweiſe, in dem Pfortaderſyſteme, durch zwei Capillarſyſteme bis in die rechte Vorkammer treiben muß, iſt die ſtärkſte an Muskelſchichten, und dem Gewichte, wie dem Volumen nach, iſt ihre Muskelmaſſe genau doppelt ſo groß, als diejenige der rechten Kammer, welche nur auf weit kleinerer Bahn durch die Lungen ihre forttreibende Kraft ausübt, und deshalb auch weit dünnere contraktile Wände beſitzt. Trotz dieſer ſo einfachen und leicht erſichtlichen Verhältniſſe aber hat man ſich von frühen Zeiten her beſtrebt, dem Blute als ſolchem einen Antheil an der Bewegung zukommen zu laſſen. Es widerſtrebte der Ueberzeugung vom Leben des Blutes, wenn man wieder auf der anderen Seite annehmen ſollte, daß es ſich der Herzthätigkeit gegenüber nur wie eine jede andere todte Flüſſigkeit verhalte, und man vergaß, daß alle Bewegung auf Erden, mag ſie nun Organismen angehören oder nicht, denſelben phyſikaliſchen Geſetzen gehorcht, und daß der Knochen nicht minder lebt, wenn er gleich von den Muskeln wie jeder andere lebloſe Hebelarm hin- und hergezogen wird. Es kann meine Aufgabe nicht ſein, hier alle jene veralteten Hypotheſen von einer eigenen Treibkraft, die dem Blute inwohnen ſollte, von einer freien Bewegung der Blutkörperchen, von einer Wiederholung des Planetenlaufes in der Blutbahn zu widerlegen; der Verſuch, die Beobachtung, die Rechnung und die Anwendung rein phyſikaliſcher Unterſuchungsmethoden haben mit mathematiſcher Gewißheit dargethan, daß alle Blutbewegung lediglich und allein von der Herzthätigkeit abhängt, daß die bewegende Kraft einzig in dem Herzen liegt und die Strömung ganz auf dieſelbe Weiſe in den Gefäßen geſchieht, ob nun Blut oder eine andere ähnlich zuſammengeſetzte Flüſſigkeit darin kreiſe.

Mit jeder Zuſammenziehung treibt das Herz eine gewiſſe Blutmenge aus den Kammern in die Arterien hinaus. Die

Arterien ſind aus elaſtiſchen Faſern geſponnene Röhren, der Stoß der Blutwelle dehnt mithin ihr Lumen aus. Ihre eigene Elaſticität aber, ſowie der momentane Nachlaß des Stoßes während der Kammerdiaſtole, bedingen einen Widerſtand gegen dieſe paſſive Ausdehnung; — die Arterie zieht ſich auf ihr früheres Volumen zuſammen. Nun neue Kammerſyſtole, neuer Stoß, neue Welle, abermalige Ausdehnung des Gefäßes, der ein erneuter Widerſtand der elaſtiſchen Gefäßwände, eine zweite Zuſammenziehung folgt. Dies beſtändige Heben und Senken der Arterienwandungen, dieſer abwechſelnde Rhythmus der Blutwellen bedingt die Erſcheinung des Pulſes; jenes Orakels, das man bei allen Krankheiten um Rath fragt. Drei Momente kommen demnach bei dem Pulſe hauptſächlich in Betracht: die Kraft des Herzſtoßes, die Größe der Blutwelle und der Grad der Elaſticität der Arterien, wodurch eine mehr oder minder bedeutende Energie des Widerſtandes ihrer Wandungen bedingt wird. Aus dieſen drei Faktoren ſetzen ſich alle jene verſchiedenen Modifikationen des Pulſes zuſammen, welche der Arzt zu beobachten und in ſeinen Diagnoſen zu benutzen hat. Die Zahl und der Rhythmus des Pulſes hängen von der Herzthätigkeit, ſeine Völle oder Leere von der Größe der Blutwelle und der Geſammtmenge des Blutes überhaupt, ſeine Härte oder Weichheit endlich von dem Contraktionszuſtande der Arterienhäute ab. Man weiß aus Erfahrung, daß die ſcheinbar widerſprechendſten Eigenſchaften des Pulſes ſich vereinigen können, daß ein voller Puls zugleich weich ſein kann, wenn ein lähmungsartiger Zuſtand der Arterienhäute die thätige Contraktion der Faſern hemmt, oder daß bei kleinem, kaum fühlbarem Pulſe derſelbe doch hart iſt, weil durch Krampf die elaſtiſchen Faſern zuſammengezogen ſind. Man ſieht leicht ein, daß bei dem innigen Zuſammenhange der Herzbewegung mit dem centralen Nervenſyſtem, bei der genauen Verknüpfung der Blutbereitung, Verdauung und Ernährung mit der Menge des Blutes und der Abhängigkeit der Gefäßcontraktion von dem peripheriſchen Nervenſyſtem und von den äußeren Einflüſſen, der Puls die mannichfachſten krankhaften Erſcheinungen in ſich reflektiren kann.

Nicht bloß krankhafte Zustände aber, auch normale Einflüsse bedingen die größten Verschiedenheiten des Pulses je nach Alter, Geschlecht und Größe der Individuen. Im Allgemeinen steht der Satz fest, daß die Zahl der Pulsschläge im umgekehrten Verhältnisse zu der Körpermasse steht. So hat ein neugeborenes Kind im Durchschnitt 130—140 Pulsschläge, ein erwachsenes Individuum zwischen 20—50 Jahren etwa 70, ein Greis etwa 75 Pulsschläge in der Minute. Eben so einflußreich ist der Athmungsprozeß. Je lebhafter die Respiration, desto zahlreicher auch die Pulsschläge, desto kräftiger die Zusammenziehungen des Herzens. Im Allgemeinen rechnet man 3—4 Herzschläge auf einen Athemzug. In einem frisch getödteten Thiere kann man die Herzbewegungen mittelst Herstellung der künstlichen Athmung aufs neue anregen. Bei sehr tiefer Einathmung wird der Herzschlag langsamer und schwächer, bei starker Ausathmung schneller und kräftiger. Auch die Körperstellung hat Einfluß. Im Stehen ist der Puls zahlreicher als im Sitzen, hier wieder beschleunigter als im Liegen; er wird langsamer während des Nachtschlafes, als wenn man bei Tage schläft, langsamer bei mäßigem Hungern unmittelbar vor der Mahlzeit, während die Zahl der Pulsschläge nach den Mahlzeiten allmählich so steigt, daß die Häufigkeit nach 3—4 Stunden ihren Höhepunkt erreicht.

Mit jedem Pulsschlage wird eine gewisse Quantität Blut aus dem Herzen in die Arterien hinausgetrieben, und zwar muß diese Menge Blutes mit der Capacität der Herzhöhlen im genauesten Verhältnisse stehen. Die Herzkammer kann begreiflicher Weise nicht mehr Blut auspressen als sie enthalten kann, und was sie bei der Diastole aufnimmt, das treibt sie auch fast vollständig wieder aus. Kennt man nun die Capacität der Herzhöhlen und die Quantität der in dem Körper überhaupt vorhandenen Blutmenge, so läßt sich leicht berechnen, in wie viel Zeit die gesammte Blutmenge durch das Herz gehen muß, oder mit anderen Worten, wie viel Zeit zu einem vollständigen Umschwunge der gesammten Blutmenge gehöre. Nun ist aber leider die Bestimmung der Blutmenge eines Individuums eine äußerst

ſchwierige Aufgabe. Das Verblutenlaſſen führt nicht zum Ziele. Das Leben endet durch die Lähmung des Gehirnes und des Herzens ſchon lange bevor ſämmtliches Blut aus den Gefäßen ausgefloſſen iſt und es bleibt ſtets eine Menge davon in den Haargefäßen zurück, welche nicht beſtimmt werden kann und die um ſo größer ausfällt, je bedeutender die Körpermaſſe ſelbſt iſt. Man hat Verbrecher vor und nach der Enthauptung gewogen, wodurch man unmittelbar das Gewicht des ausgefloſſenen Blutes erhielt; dann aber auch noch mittelſt Einſpritzung lauen Waſſers das Blut aus den Organen ausgewaſchen und die Menge dieſes ausgewaſchenen Blutes durch die Beſtimmung des feſten Rückſtandes ermittelt. Man erhielt ſo ein Blutgewicht, das etwa dem achten Theile des Körpergewichtes entſprach. Ebenſo hat man in ſinnreicher Weiſe die Färbekraft des Blutes benutzt, um aus dieſer die Menge zu beſtimmen, erhielt aber nach dieſer Methode jedenfalls zu kleine Werthe, noch kleinere als bei der vorigen. Es gelingt eben nicht, das in den Organen des Körpers enthaltene Blut vollſtändig auszuwaſchen. Die ſicherſte Methode, welche man bis jetzt anwenden konnte, beſteht in der Berechnung der Blutmaſſe aus der Verminderung des ſpecifiſchen Gewichtes, die es durch Zufügung reinen Waſſers erleidet. Man entzieht einem Thiere eine beſtimmte Quantität Blut (ſo viel als ohne Störung geſchehen kann) und beſtimmt genau deſſen ſpecifiſches Gewicht, ſo wie die Menge feſter Stoffe, die es enthält. Nun ſpritzt man, was ohne Gefahr geſchehen kann, deſtillirtes Waſſer in beſtimmter Menge in die Adern, wartet einige Minuten, bis dieſes durch den Kreislauf mit der Blutmenge gemiſcht iſt, und entzieht dann aufs Neue von dem nun verdünnten Blute eine beſtimmte Menge, an der man ſpecifiſches Gewicht und feſten Stoffgehalt beſtimmt. Aus der Vergleichung der erhaltenen Werthe beim unverdünnten und beim verdünnten Blute läßt ſich nun die Blutmenge des Thieres beſtimmen. — Die Fehlerquellen dieſer Methode liegen darin, daß das Waſſer nicht überall gleichmäßig mit dem Blute ſich miſcht, ſowie darin, daß die Gefäße keine todten Röhren ſind, die nicht abgeben und

aufnehmen, ſondern daß im Gegentheile unmittelbar nach dem Aderlaſſe überall wäſſerige Flüſſigkeit im Körper aufgeſaugt, nach der Einſpritzung Waſſer abgeſondert wird, ſo daß alſo die Blutmenge nicht abſolut dieſelbe bleibt und nicht denſelben Concentrationsgrad behält. — Nimmt man, abgeſehen von dieſen Fehlerquellen, die Reſultate der Verſuche an, ſo findet man, daß Fleiſchfreſſer im Durchſchnitte mehr Blut beſitzen als Pflanzenfreſſer und daß die Blutmaſſe etwa $^1/_5$ des Körpergewichtes im Mittel ausmacht. Ein 30- bis 40jähriger Mann würde danach im Durchſchnitte 14,6 Kilogramme Blut (etwa 30 Pfund), eine Frau in demſelben Alter 25 Pfund Blut beſitzen. — Noch ſchwieriger iſt die Beſtimmung des Rauminhaltes der Herzhöhlen, da hier die Dehnbarkeit und Stärke der Muskelwandungen viele Störungen verurſachen; doch hat man dieſelbe etwa auf 150 bis 175 Kubikcentimeter beſtimmt. Berechnet man indeß aus den vorhandenen Angaben die Dauer, binnen welcher die geſammte Blutmenge durch das Herz durchgeht, ſo ſchwanken die Reſultate zwiſchen 72 bis 120 Sekunden. Der Umſchwung der geſammten Blutmaſſe dauert alſo höchſtens zwei Minuten. Auch in anderer Weiſe angeſtellte Verſuche beſtätigen dies Reſultat. Man öffnete eine Halsvene des Pferdes und ſpritzte ein leicht zu entdeckendes Reagens in das Blut ein. In abgemeſſenen Intervallen, die man mit der Sekundenuhr beſtimmte, zapfte man nun aus der Halsvene der anderen Seite Blut ab und unterſuchte dies Blut auf den Gehalt an dem eingeführten Stoffe. Um von einer Vene zur anderen zu gelangen, mußte das Blut den Weg durch das rechte Herz in die Lungen, dann in das linke Herz und durch den Körper machen, folglich die ganze Bahn des Kreislaufes durchmeſſen. Hierzu genügten 30—40 Sekunden.

Wie man ſieht, ſo liefern dieſe Verſuche, die noch obendrein an Pferden, alſo an größeren Thieren mit weniger zahlreichen Herzſchlägen angeſtellt wurden, eine größere Geſchwindigkeit des Blutlaufes, als die eben mitgetheilten, auf die Räumlichkeit der Herzräume und die Blutmenge geſtützten Berechnungen. Es iſt

aber zu berückſichtigen, daß bei den Verſuchen nur die Zeit beſtimmt wird, welche das mit dem Reagens verſetzte Blut auf dem kürzeſten Wege zurücklegt, und daß eine jede Blutbahn je nach Verhältniß ihrer Länge für ihre Durchſtrömung eine verſchiedene Zeit verlangt. Ein Blutkörperchen, welches unmittelbar am Anfange der Aorta in die Kranzarterien des Herzens eingeht und durch die Kranzvenen zurückkehrt, wird den kürzeren Weg in geringerer Zeit zurücklegen, als ein anderes, welches durch die Zehen läuft. Man wird deshalb wohl nicht irren, wenn man annimmt, daß eine Minute die mittlere Dauer des Blutumſchwunges im menſchlichen Körper ſei und die geſammte Blutmenge demnach in einem Tage 1440 Mal den Körper durchkreiſe.

Je weiter vom Herzen weg man dem Blutlaufe folgt, deſto langſamer wird er und deſto unmerklicher wird der Puls, bis letzterer endlich gänzlich aufhört und in den fernſten und dünnſten Arterienzweigen das Blut langſam in ſtetem, gleichmäßigem Strome dahinfließt. Auch dieſe Erſcheinungen laſſen ſich auf die befriedigendſte Weiſe aus phyſikaliſchen Grundſätzen erläutern. Die Reibung des Blutes gegen die Arterienwände iſt zwar nicht ſehr bedeutend, da dieſe letzteren ſehr glatt und eben ſind, allein ſie bildet doch immer ein Moment der Hemmung. Weit weſentlicher aber wirkt zu dieſer Verlangſamung des Blutſtromes die Erweiterung der Blutbahn ein. Es iſt eine bekannte Sache, daß die Schnelligkeit eines Stromes in erweitertem Bette abnimmt und in ausgedehnten Becken und Seen ſich faſt auf Null reducirt; es iſt eine Thatſache, daß in geſchloſſenen Röhren daſſelbe Statt findet. Bei der Vertheilung der Blutgefäße iſt dies Geſetz in Anwendung gebracht. Zwar ſind die Zweige einer Arterie, jeder einzeln genommen, ſtets dünner als der Hauptſtamm, aber die Geſammtſumme ihres Inhaltes übertrifft denjenigen des Hauptſtammes ſtets um ein Bedeutendes. Die Unterleibsaorta z. B. theilt ſich in der Tiefe des Beckens in zwei große Schlagadern, die Hüftſchlagadern. Eine einzelne Hüftſchlagader für ſich genommen iſt nicht ſo groß als die Aorta, aber ihr Durchmeſſer

beträgt doch wenigstens zwei Drittel von dem Durchmesser der Aorta, so daß die beiden Hüftschlagadern zusammengenommen den Aortendurchmesser um ein Drittel wenigstens überwiegen. Alle Aeste der Arterien, wie der Venen, verhalten sich auf die gleiche Weise, und je weiter die Vertheilung der feinen Aeste und der Capillargefäße geht, desto ausgedehnter wird auch die Blutbahn und desto langsamer der Kreislauf. Man hat nicht mit Unrecht gesagt, daß ein jedes Gefäßsystem bei idealer Aufzeichnung der Lumina einen Kegel bilden würde, dessen Spitze im Herzen, die Basis in den peripherischen Capillaren läge.

Das Verschwinden des Pulses in den entfernten feinen Arterienzweigen beruht nicht blos auf der Abnahme des Herzstoßes in die Entfernung. Denn wie bedeutend die Kraft des Herzstoßes noch in den Beinen sei, lehrt leicht die einfachste Beobachtung. Man fixire nur aufmerksam bei einem Manne, der sitzend die Beine übereinander geschlagen hat, das frei in der Luft schwebende Bein, und man wird bald den Pulsschlag an den regelmäßigen Hebungen und Senkungen des Fußes zählen können. Das Bein bildet in dieser Stellung einen äußerst langen Hebel, etwa wie der Zeiger an einem Kraftmesser, und deshalb werden die pulsatorischen Bewegungen der Kniekehlenschlagader sichtbar, da sie einem langen Hebelarme mitgetheilt werden. Das Verschwinden des Pulsschlages, der Uebergang des abgesetzten, rhythmischen Stoßes in ein gleichförmiges Fließen, das in den engeren Arterien und Capillaren Statt hat, hängt von der durch die Elasticität bedingten Summirung aller einzelnen Stöße ab. Die elastische Gefäßwand setzt der Ausdehnung einen gewissen Widerstand entgegen, der endlich sich so weit erhebt und addirt, daß er der Stoßkraft Gleichgewicht hält und somit die Gleichförmigkeit des Stromes hergestellt ist.

Die Capillargefäße bilden den unmittelbaren Uebergang zwischen Arterien und Venen, und in diesem feinen Röhrennetz tritt das Blut in unmittelbare Wechselwirkung mit der Substanz der Organe. Die Beobachtung hat dargethan, daß alle Haargefäße, selbst die feinsten, stets ihre gesonderten deutlichen

Wandungen haben, daß die Gefäßröhren überall vollkommen geſchloſſen ſind und demnach zwiſchen umgebender Subſtanz und kreiſendem Blute nur mittelſt Durchdringung der Gefäßwände Austauſch von Stoffen Statt finden kann. Dieſe Durchdringung der Gefäßwände iſt aber nur bei flüſſigen oder gasförmigen Subſtanzen möglich; feſte in den Blutſtrom eingeführte Körper können nur durch Verletzung der Gefäßwandungen oder durch Auflöſung in dem Blute wieder aus dem Kreislaufe herauskommen. Deshalb können auch die feſten, in dem Blute ſchwimmenden Körperchen, deren Eigenſchaften wir ſpäter kennen lernen werden, die Blutkörperchen, keinen direkten Einfluß auf die Ernährung haben, ſondern nur durch ſtete Zerſtörung und Auflöſung im Blutwaſſer mit der umgebenden Subſtanz der Organe in Wechſelwirkung treten. Die Bewegung des Blutes in den Haargefäßen hängt einzig und allein von dem Stoße des Herzens ab; es tritt hier keine neue unbekannte Kraft hinzu, wie man früher glaubte. Die Wandungen der Haargefäße ſind auf ſehr eigenthümliche Weiſe gebildet. Sie ſind außerordentlich durchdringlich für Flüſſigkeiten und gasförmige Stoffe, und die Prozeſſe der Endosmoſe und Exosmoſe oder des Austauſches von Stoffen durch thieriſche Membranen ſind hier in größtem Maßſtabe entwickelt. Die Haargefäße ſind aber auch ſehr contraktil und namentlich für Temperaturwechſel und andere, vom Organismus ſelbſt ausgehende Reize außerordentlich empfindlich. Anwendung von Kälte kann ſie faſt bis zu gänzlicher Verſchließung bringen und durch dieſe bedeutende Zuſammenziehungsfähigkeit üben ſie einen mächtigen Einfluß auf die Geſammtheit des Blutkreislaufes aus. Man ſtelle ſich die Capillaren eines Organes bis auf die Hälfte, auf ein Drittel ihres Volums zuſammengezogen vor; — es wird dann auch nur die Hälfte, das Drittel der für das Organ beſtimmten Blutmenge in daſſelbe eintreten können und die übrigen Organe mit Blut überfüllt werden.

Alle dieſe Verhältniſſe der Capillaren erforderten die angeſtrengteſten Bemühungen und ausgedehnteſten Beobachtungen zu ihrer endlichen Feſtſtellung. Namentlich gegen die Exiſtenz eigener

Wandungen ſtritten mehrere vortreffliche Beobachter, welche die Capillargefäße nur für in der Subſtanz ausgehöhlte Rinnen anſehen wollten. Indeß verhallen ſolche Stimmen immer mehr und mehr und die Ueberzeugung, daß alle Capillargefäße in ſich abgeſchloſſen ſind und nirgends eine Oeffnung zeigen, iſt jetzt zum allgemein angenommenen Axiom geworden.

Es giebt wohl keine anziehendere Beobachtung unter dem Mikroſkope, als diejenige des Blutlaufes in den feineren Gefäßen eines lebenden Thieres. Man wählt dazu die durchſichtigen Theile, wie z. B. die Schwimmhaut zwiſchen den Zehen des Froſches, den Schwanz der Kaulquappen, das Netz chloroformiſirter Mäuſe, oder auch die durchſichtigen Embryonen und Jungen von Fiſchen, bei welchen man ſogar den ganzen Kreislauf überſehen kann. Man ſieht dann in den kleinen Arterien noch den pulſirenden, in den Haargefäßen und Venen den gleichmäßigen Strom; man ſieht die Blutkörperchen ſich drängen, ſchieben, rollen, mit Lymphkörperchen dazwiſchen; man ſieht in den Haargefäßen den ſchnelleren Mittelſtrom, in welchem vorzugsweiſe die Blutkörperchen dahin ſchießen und den durch die Reibung verlangſamten Randſtrom, in welchem einige farbloſe Körperchen ſchweben. Bei richtiger Behandlung der Thiere, Anfeuchtung z. B. der ausgeſpannten Schwimmhaut des Froſches, kann man Stundenlang unausgeſetzt beobachten, ohne daß der Kreislauf ſtockte.

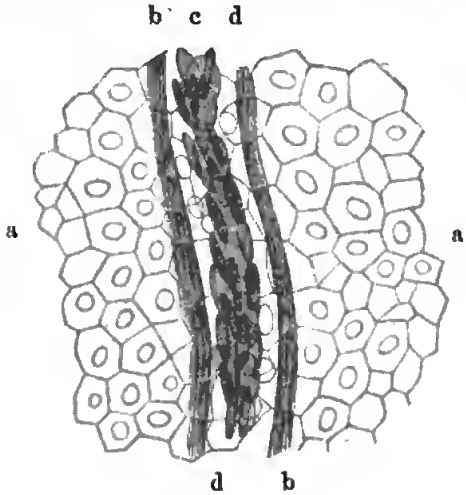


Fig. 9.

Ein Haargefäß in der Schwimmhaut des Froſches unter ziemlich ſtarker Vergrößerung geſehen. a. Die Zellen, welche die Schwimmhaut bedecken. b. Wände des Gefäßes. c. Mittelſtrom der Blutkörperchen. d. Randſtrom mit darin ſchwimmenden Lymphkörperchen.

Auf dieſelbe Weiſe, wie die Arterien ſich allmählich in die Haargefäße auflöſten, ſetzen ſich aus denſelben die Venen zuſammen. In dem Bereiche des Capillarkreislaufes iſt es unmöglich, zu entſcheiden, wo die Arterie aufhört, wo die Vene beginnt. Die bewegende Kraft, welche auf das in den Venen befindliche Blut einwirkt, iſt ebenfalls einzig und allein der Herzſtoß. Da aber dieſer ſchon in den Capillaren in einen gleichmäßigen Druck ſich umgewandelt hat, ſo wird er auch in den Venen in dieſer Weiſe bleiben, wenn gleich immer noch eine geringe Oscillation in dem Drucke ſich je nach Syſtole und Diaſtole des Herzens bemerken läßt. Aus einer angeſtocheneu Vene, beim Aderlaß z. B., ſpritzt das Blut in continuirlichem Strome, der abwechſelnde Wellen zeigt, die aber nur unbedeutend ſind; aus einer verletzten Arterie ſpringt es in Abſätzen; es iſt etwa der gleiche Unterſchied wie zwiſchen dem Strahl einer Feuerſpritze und dem einer einfachen Pumpe ohne Luftkaſten. Der Druck, unter dem ſich das Blut in den Venen bewegt, iſt nur noch gering; die Geſchwindigkeit des Blutlaufes iſt indeß etwas größer, als in den Capillaren, weil durch die allmähliche Sammlung der Venen in einzelne Stämme das Blut in ſtets engere und engere Räume einzutreten genöthigt iſt. Das Verhältniß der Aeſte zu den Stämmen iſt bei den Venen durchaus daſſelbe, wie bei den Arterien; der Strom des Blutes geht aber von den Zweigen aus nach dem Stamme hin. Stellen wir uns beide Gefäßſyſteme unter dem Bilde zweier, mit der Baſis an einander gelegter Kegel vor, deren Spitzen in dem Herzen ſich finden, ſo geht der arterielle Blutſtrom von der Spitze nach der Baſis, aus dem engeren in den weiteren Raum und verlangſamt ſich deshalb zuſehends; während die venöſe Strömung von der Baſis zur Spitze gerichtet iſt und deshalb, bei ſteter Verengerung des ihr angewieſenen Raumes, eine ſtete Beſchleunigung erfährt. In der Nähe des Herzens tritt durch die Erweiterung der Vorkammern bei der Diaſtole ein neues bewegendes Moment hinzu, indem das Blut durch die Entſtehung eines leeren Raumes in den Vorhöfen von dieſen angeſogen wird, wie das Waſſer durch einen

Gummibeutel, den wir zusammengedrückt haben und wieder sich ausdehnen lassen, während wir seine Oeffnung in die Flüssigkeit tauchen. Trotz dieser Verhältnisse würde aber der Venenkreislauf den bedeutendsten Störungen unterworfen sein, wenn nicht durch besondere Klappen im Innern der Venen manchen Uebelständen vorgebeugt wäre. Die Venen haben keine solche elastische Wandungen wie die Arterien, sie können dem Drucke der umgebenden Theile bei Bewegungen, Stellungsänderungen ꝛc. keinen Widerstand leisten, und dieser Druck ist oft wenigstens stärker, als der im Innern der Vene durch das Blut ausgeübte. Dieses würde demnach bei jedem solchem Drucke nach der Peripherie hin zurückgestaucht werden und Hemmungen des Capillarkreislaufes veranlassen, wenn nicht Taschenventile angebracht wären, welche sich dem Rückprallen des Blutes gegen die Peripherie hin entgegenstemmen und das Lumen der Vene verschließen. An den unteren Körpertheilen, den Beinen, wo das Venenblut der Schwere entgegen von unten nach oben in die Höhe geschafft werden muß, haben diese Ventile auch den Nutzen, daß sie bei momentanem Nachlasse des Blutdruckes vom Herzen aus das Zurücksinken der Blutsäule nach unten verhindern. Daß sie nicht einzig zu diesem Endzwecke angebracht sind, lehrt ihre Anwesenheit in den Venen des Halses, wo das Venenblut in seinem Strome der Richtung der Schwere folgt, so wie ihre Abwesenheit in solchen Venen, welche keinem Drucke der umgebenden Theile unterliegen können.

Suchen wir nun die Resultate der vorliegenden Untersuchungen in einige übersichtliche Sätze zusammenzufassen, so wären diese etwa folgende. Das Blut kreist in beständigem Umschwunge in einem Systeme von durchaus und überall geschlossenen Röhren. Der Kreislauf geschieht stets in derselben Richtung : aus der linken Herzhälfte in den Körper, von dort in die rechte Herzhälfte, aus dieser in die Lungen und aus den Lungen in das linke Herz zurück. Die Arterien sind Leitungsröhren vom Herzen zur Peripherie; die Venen Leitungsröhren von der Peripherie zum Herzen. Die Capillargefäße sind die Vermittler aller Prozesse des vegetativen Lebens, der Ernährung, Auffaugung und

Abſonderung. Nur in den Capillargefäßen erleidet das Blut als ſolches phyſikaliſche und chemiſche Veränderungen. In den Capillaren des Körpers wird es dunkel violett, mit Kohlenſäure geſchwängert, in denen der Lungen hellroth und ſauerſtoffhaltig; die Umwandlungen können nur durch Imbibition und Durchdringung der überall geſchloſſenen Gefäßwandungen vor ſich gehen. Die Kraft, welche das Blut bewegt, geht einzig und allein von dem Herzen aus. Das Herz iſt eine mit Ventilen verſehene Druckpumpe, die nach beſtimmten phyſikaliſchen Geſetzen eingerichtet iſt und dieſen gemäß arbeitet.

Und ſo wäre es denn der Phyſiologie gelungen, das Herz, das ſo unruhig bewegte in der Menſchenbruſt, zu zähmen, ihm Feſſeln anzulegen und Geſetze aufzubürden? Es wäre Erdichtung, die Theilnahme, welche wir ihm an unſeren Gefühlen zuſchreiben; und wenn wir unſerer alten Gewohnheit nach reden vom ſtärkeren Schlage unſeres Herzens, von freudigem Pochen und angſtvollem Erzittern, ſo wären das nur bildliche Redensarten, ſchöne Träume einer regen Phantaſie? Es wäre uns gegangen, wie dem Peter in Hauff's Mährchen vom Tannenhäuſer, dem man das lebendige Herz aus der Bruſt riß und ein ſteinernes einſetzte, das zwar auch pochte und das Blut umtrieb; das aber keinen Antheil nahm an ſeinen Leiden und Freuden, das in Liebe und Haß gleichmäßig fortſchlug, wie das Ticktack einer Uhr? Nein! wahrlich nein! ſo weit geht unſere Mechanik nicht. Sie lehrt uns die Geſetze, die phyſikaliſchen an dem Herzen und den Gefäßen angebrachten Kräfte und deren Wirkungen kennen; allein Beobachtung und Reflexion zeigen auch, wie ſehr die Anwendung dieſer Kräfte von einem höheren Leiter, von dem Nervenſyſteme, abhängt und wie ſehr jeder dort empfangene Eindruck ſich in dem Maße und der Art der Herzbewegungen ſo wie in der Vertheilung des Blutes abſpiegelt und reflektirt. Wir täuſchen uns nicht, wenn wir in der Begeiſterung unſer Herz voller ſchlagen, in der Angſt, der Erwartung es krampfhaft erzittern fühlen; — wir täuſchen uns nur, wenn wir dem Herzen unmittelbar dieſe Theilnahme zuſchreiben; es iſt nur der Reflektor der von dem

Centralorgane des Nervenſyſtemes, dem Gehirne, aufgenommenen Eindrücke und Empfindungen, und auf Reizungen, welche von dieſen Centralorganen ausgehen, reagirt es ſogar weit heftiger, als auf direkt angebrachte Irritation. Wir täuſchen uns nicht, wenn wir fühlen, daß durch die Scham unſere Wange erröthet, durch die Furcht dagegen erblaßt — wir täuſchen uns nur, wenn wir dieſe Veränderungen dem Blute zuſchreiben, während die Gefäßnerven es ſind, unter deren Herrſchaft die Blutvertheilung ſteht, durch deren Erregung vom Gehirne aus die Gefäße ſich verengen, durch deren Erſchlaffung und Erlahmung ſie aber ſich erweitern und von Blute ſtrotzen. Daß aber großentheils auf ſolch engem Zuſammenhange des Herzens und ſeiner Bewegungen, der Erweiterung und Verengerung der Gefäße mit dem Gehirne der Einfluß des letzteren auf die vegetativen Prozeſſe des Lebens beruhe, ſcheint keinem Zweifel unterworfen. Kummer, Angſt und Sorge reiben den Körper auf; froher Muth, heiterer Sinn, ein gewiſſes Maß in Affekten und Leidenſchaften erhalten die Geſundheit und Lebensfriſche. Das ſind Erfahrungen, die jeder im Leben beſtätigt finden kann; der Grund des Zuſammenhangs dieſer Erſcheinungen iſt nicht ſo leicht klar zu machen. Aber von der ſteten Erneuerung des Blutes hängt die Ernährung, die Athmung, das ganze vegetative Leben ab; und die Erneuerung und Bewegung des Blutes ſind mit der Herzbewegung ſelbſt auf das Innigſte verknüpft. Wo der eine Faktor fehlt, da wird auch die ganze Summe unrichtig, und wo Uebermaß der Leidenſchaften, ungeſtümer Wechſel der Affekte oder anhaltender Einfluß deprimirender Geiſtesſtimmung die Thätigkeit des Herzens und der Gefäße unregelmäßig machen oder lähmend darauf einwirken, da kann auch der Blutlauf und ſomit die Ernährung des Körpers nicht in gehöriger Weiſe vor ſich gehen.

Zweiter Brief.

Das Blut, die Lymphe und der Chylus.

Das Blut, so wie es aus der geöffneten Ader springt, so wie es im lebenden Körper kreist, ist nicht eine einfache, homogene rothe Flüssigkeit ohne weitere Zusammensetzung. Es besteht aus zwei wesentlichen Formbestandtheilen: den rothen und farblosen Blutkörperchen, und dem Plasma oder der Blutflüssigkeit. Seine Farbe, die im Ganzen ein helles Kirschroth ist, scheint nicht unter allen Verhältnissen gleich. In der Jugend, bei lebhafter Bewegung, bei zarten, blutarmen Individuen ist das Blut heller, bei Menschen mit sitzender Lebensart und bei kräftigem Körperbau meistens dunkler. Die Luft wirkt schon in dem Augenblicke des Ausfließens auf die Farbe ein. Das Blut, welches aus einer weit geöffneten Ader hervorstürzt, ist dunkler als dasjenige, welches bei langsamem Ausfließen in feinem Strahle mit der Luft in innigere Berührung gekommen ist. Das Blut aus den Schlagadern, welches bei Verwundungen derselben in abwechselnden Stößen hervorspringt, erscheint mehr kirschroth mit einem Stich ins Zinnoberrothe, während das venöse Blut eine violette Färbung zeigt. Der eigenthümliche Geruch ähnelt demjenigen der Hautausdünstung und rührt wahrscheinlich von einem dem Blute beigemengten Fette her, das durch die Haut abgeschieden wird. Das spezifische Gewicht mag im Mittel etwa 1,055 betragen. Weiber und Jünglinge haben leichteres, dünneres Blut, als erwachsene Männer. Indessen wechseln auch diese Verhältnisse ungemein, je nach dem Gesundheitszustande des Individuums oder nach der Aufnahme fester oder flüssiger Nahrungsmittel.

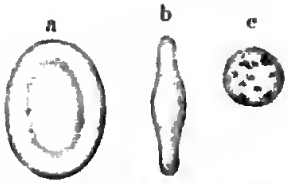


Fig. 10. Blutelemente des Froſches, bei 500maliger Vergrößerung. a. Ovales Blutkörperchen, von der Fläche geſehen. b. Daſſelbe von der Kante aus. c. Farbloſes Lymphkörperchen.

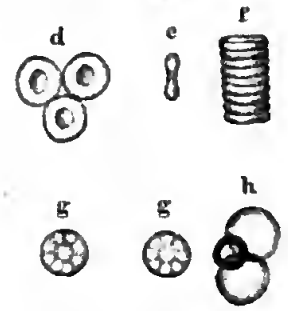


Fig. 11. Blut- und Lymph-Elemente des Menſchen, bei 800facher Vergrößerung. d. Blutkörperchen, von der Fläche geſehen. e. Eines von der Kante aus. f. Rolle von aneinandergeklebten Blutkörperchen. g. g. Farbloſe Lymphkörperchen. h. Fettbläschen (Oeltröpfchen) aus dem Chylus, welche dieſe Flüſſigkeit milchig machen.

Unter den Formbeſtandtheilen des Blutes, die ſich nur mit dem Mikroſkope unterſcheiden laſſen, fallen vor Allem die rothen Blutkörperchen ins Auge; kleine, runde, elaſtiſche Scheibchen, welche im Mittel $^1/_{300}$ Linie im Durchmeſſer haben. Unter dem Mikroſkope erſcheinen ſie von ſchwach gelblicher Farbe, während ihre Anhäufung in großen Maſſen dem bloßen Auge die erwähnte Farbennüance entgegenſtellt. Bei dem Menſchen haben die Blutkörperchen die Geſtalt einer in der Mitte etwas vertieften kreisrunden Scheibe mit dickerem Rande, ſo daß man ſie nicht unpaſſend mit Münzen verglichen hat. Sie ſcheinen in ihrer Maſſe ganz homogen zu ſein; — wenigſtens ſind die Erſcheinungen, die man bald auf Anweſenheit eines Kernes, bald auf die eines leeren Raumes in ihrer Mitte zu deuten ſuchte, entweder nur optiſche Täuſchungen, oder durch die äußeren Einflüſſe bedingte Veränderungen. Bei den viel größeren ovalen Blutkörperchen der Fröſche tritt freilich ein Kern, der ſogar eine mittlere Auftreibung veranlaßt, auf das Deutlichſte hervor; — allein auch hier behauptet ein neuerer, genauer Beobachter, daß der Kern nur eine Gerinnungserſcheinung ſei, bedingt durch den Einfluß der Luft auf die Maſſe des Blutkörperchens, und daß in ſolchen Körperchen, die nicht mit der Luft in Berührung kommen, kein ſolcher Kern zu ſehen ſei. Man hat viel von einer feſteren

Hülle und einem flüssigen Inhalte der Blutkörperchen gesprochen; indessen dürfte man der Wahrheit näher kommen, wenn man annimmt, daß die Blutkörperchen im Ganzen aus einem schwammig aufgequollenen eiweißartigen Stoffe, dem sogenannten Globulin bestehen, dessen äußere Schicht bedeutend fester ist, und durch verschiedene Einflüsse sich bald faltet und zusammenzieht, bald aufquillt und bis zum Platzen ausdehnt. Daß die Körperchen nur halbfest und elastisch seien, beweist namentlich die Untersuchung des Capillarkreislaufes in durchsichtigen Theilen solcher Thiere, welche, wie die Frösche, große Blutkörperchen besitzen. Sobald irgendwo an einem Zweige, an einer Beugung des Gefäßes eine Stockung der rasch dahinrollenden Blutkörperchen eintritt, wobei sie gedrängt und zusammengedrückt werden, so erleiden sie mechanische Formveränderungen, und oft sieht man Blutkörperchen, welche, um in ein sehr enges Haargefäß einzudringen, sich einbiegen, eiförmig und länglich werden, bis sie in freiere Räume gelangend ihre ursprüngliche Form wieder annehmen. Im kreisenden Blute schwimmen alle Blutkörperchen einzeln und gleiten leicht an einander vorbei; — aus der Ader gelassen oder beim Stocken des Kreislaufes legen sie sich gern mit ihren glatten Flächen an einander und kleben auf diese Weise zusammen, so daß sie kleine Säulchen bilden, die etwa wie Geldrollen aussehen. Der schwammige, leicht aufquellende Stoff der Blutkörperchen ist äußerst empfindlich gegen Einwirkungen jeder Art. In reinem Wasser, in Flüssigkeiten von schwächerem Concentrationsgrade als die Blutflüssigkeit, quellen die Blutkörperchen durch Wassereinsaugung auf, werden kugelig und platzen endlich, indem nur eine feine, hautartige Hülle zurückbleibt; in gesättigten Salz- und Zuckerlösungen schrumpfen sie ein, weil ihnen die Flüssigkeit Wasser entzieht. Andere Stoffe verändern sie durch chemische Einwirkung auf die mannichfaltigste Weise. Gase werden von ihnen mit großer Begierde eingeschluckt, und wie aus den oben angeführten Beobachtungen über die Existenz eines Kernes hervorgeht, können selbst Formveränderungen durch Gase hervorgebracht werden.

Zwiſchen den rothen Blutkörperchen findet man in wechſelndem Verhältniſſe farbloſe kugelige Körperchen von doppelter Größe, die deutlich aus einer äußeren durchſichtigen, ſehr zarten Hülle, und einer inneren Körnermaſſe beſtehen, welche letztere bald zu einem Kerne zuſammengeballt, bald mehr zerſtreut im Innern der Hülle liegt. Beim Froſche kann man dieſe farbloſen Blutkörperchen in den Capillargefäßen der durchſichtigen Schwimmhaut zwiſchen den anderen cirkuliren ſehen. In ihrem äußeren Anſehen, in ihrem Verhalten gegen fremdartige Einwirkungen gleichen dieſe farbloſen Körperchen durchaus denjenigen, welche man in der Lymphe findet, und es unterliegt keinem Zweifel, daß dieſe Lymphkörperchen ſtets mit der Lymphe in das Blut ergoſſen und ſo den gefärbten Blutkörperchen beigemengt werden.

Merkwürdiger Weiſe zeigen dieſe farbloſen Lymphkörperchen äußerſt langſam vor ſich gehende Geſtaltveränderungen, indem ſie zuweilen Fortſätze nach einer oder mehreren Seiten hin treiben, die ſich ſpäter wieder ausgleichen, oder auch eine unregelmäßige Form erhalten. Man hat in der neueſten Zeit ähnliche contraktile Körperchen, die ein gewiſſes ſelbſtſtändiges Leben zeigen, faſt überall in den Organismen angetroffen, ohne die Bedeutung dieſer Bewegungen näher ergründen zu können.

Fig. 12.
a. 1—10. Die Geſtaltveränderungen eines Lymphkörperchens innerhalb zehn Minuten. b. Sternförmiges Lymphkörperchen.

Das Plasma oder die Blutflüſſigkeit bildet eine klare, durchſichtige, ungefärbte Flüſſigkeit, die ſo klebricht iſt, daß ſie ſich zwiſchen den Fingern in dünne Fäden ziehen läßt. Es

enthält diese Flüssigkeit eine große Anzahl von Stoffen aufgelöst, und wechselt, wie leicht begreiflich, in ihrer Zusammensetzung bedeutend, je nach der Aufnahme verschiedener Stoffe in die Blutmasse. Die klebrige Beschaffenheit der Blutflüssigkeit rührt hauptsächlich von Eiweiß her, welches in reichlicher Menge darin aufgelöst ist und in keiner Weise chemisch sich von dem Eiweiße der Hühnereier unterscheidet. Ein zweiter Bestandtheil der Blutflüssigkeit, der durch seine besonderen Eigenschaften noch mehr in die Augen fällt, als das Eiweiß, ist der Faserstoff, der zwar in dem lebenden Plasma aufgelöst ist, aber fast unmittelbar gerinnt und sich ausscheidet, sobald das Blut aus der Ader gelassen wird oder auch nur längere Zeit in den Adern stockt. Eiweiß, Faserstoff, sowie der im Blute noch nicht gefundene Käsestoff gehören einer merkwürdigen Gruppe zusammengesetzter organischer Stoffe an, welche man mit dem Namen der Blutbildner bezeichnen kann und die sowohl im Pflanzen- als im Thierreiche weit verbreitet sind. Alle diese Stoffe, zu welchen als viertes wesentliches Glied das sogenannte Globulin gehört, welches indessen nur in den Blutkörperchen, nicht aber in der Blutflüssigkeit vorhanden ist, alle diese Stoffe, sage ich, besitzen nahe übereinstimmende Eigenschaften. Jeder derselben kommt in einer löslichen und unlöslichen Modifikation vor. Ihre Zusammensetzung, ohne vollkommen identisch zu sein, nähert sich doch bedeutend, und ihre Zersetzungsprodukte sind oft identisch. Wenn gleich die Ansicht, wonach man glaubte, daß diese Stoffe Verbindungen eines organischen, aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff zusammengesetzten Körpers, einer organischen Basis, die man Proteïn nannte, mit verschiedenen Mengen von Schwefel und Phosphor seien; wenn gleich diese Ansicht längst gefallen ist, so unterliegt es doch keinem Zweifel, daß diese Stoffe viele Beziehungen zu einander haben, und sich namentlich mit größter Leichtigkeit umtauschen und einer in den anderen verwandeln können. Faserstoff, Eiweiß und Käsestoff unterscheiden sich übrigens leicht durch ihr Verhalten. Man kennt kein anderes Lösungsmittel des Faserstoffes in unzersetztem Zustande, als das

im lebenden Körper kreisende Blut; — nach dem Tode, nach dem Ausflusse des Blutes aus den Gefäßen scheidet sich der Faserstoff durch die Gerinnung aus. Das Eiweiß dagegen löst sich leicht im Wasser, gerinnt aber, sobald man dieses über 60 Grad R. erhitzt, und läßt sich durch Kochen vollständig ausscheiden. Das Globulin gerinnt erst bei höherer Temperatur, kann krystallisiren und wird durch Kohlensäure aus seiner Lösung gefällt. Der Käsestoff endlich bleibt bei jeder Temperatur im Wasser gelöst, er gerinnt aber durch Zusatz von Säuren oder von Lab (Schleimhaut des Kälbermagens) und schlägt sich in Flocken nieder.

Sobald das Blut aus der Ader gelassen ist, gerinnt es. Diese Gerinnung ist allein in dem Faserstoffe begründet, der sich meist in der Form von kleinen mikroskopischen Schollen und Blättchen aus dem Plasma niederschlägt und anfangs alle Flüssigkeit und alle Blutkügelchen in sich einschließt, so daß das Blut im Ganzen eine gelatinöse, weiche Masse bildet. Nach einiger Zeit aber, bei fortdauernder Contraktion des Faserstoffes, preßt sich die Flüssigkeit nach allen Seiten heraus, und dieser Prozeß dauert so lange fort, bis sich das gesammte Blut in zwei Theile geschieden hat: eine gelbliche Flüssigkeit, das Blutwasser oder Serum, und ein rothes, halbfestes Gerinnsel, der Blutkuchen oder Cruor. Verhindert man mittelst heftigen Schüttelns, Schlagens oder Quirlens des Blutes die Einschließung der Blutkügelchen durch den gerinnenden Faserstoff, so bildet sich kein Blutkuchen; — der Faserstoff setzt sich in Fäden und unregelmäßigen, weißlichen Flocken an die Stäbchen an, womit man das Blut schlägt und kann auf diese Weise vollständig aus dem Blute entfernt werden. Alle Blutkörperchen bleiben in Folge dieser Behandlung mit dem Blutwasser zurück. Bei längerem Stehenlassen der rothen, ihres Faserstoffes beraubten Blutflüssigkeit, senken sich indeß die Blutkörperchen zu Boden und das helle gelbliche Serum schwimmt oben auf. Der Akt der Gerinnung ist demnach weiter nichts, als eine Ausscheidung des Faserstoffes aus dem Plasma. Das Serum ist entfaserstofftes Plasma, der

Blutkuchen das Resultat der Verbindung des Faserstoffes mit den Blutkügelchen.

Auf welchem chemischen Prozesse die Gerinnung des Blutes beruhe, ist eine noch unerledigte Frage. So viel scheint gewiß, daß die Berührung mit dem Sauerstoffe der Luft den wesentlichsten Einfluß darauf habe, daß sie aber nicht die einzige Ursache dieses annoch räthselhaften Vorganges sei. Viele Substanzen, namentlich concentrirte Salzlösungen, hindern die Gerinnung ganz, andere verzögern sie.

Die farbigen Blutkörperchen sind spezifisch schwerer, als das Plasma; sie sinken in demselben zu Boden. Die Gerinnung des Blutes tritt aber meist so schnell ein, daß die Blutkörperchen keine Zeit haben, sich zu senken, weshalb dann das ganze Blut zu einer gleichförmig rothen Masse gesteht. In sehr faserstoffhaltigem Blute aber verbinden sich die Blutkörperchen schnell zu Säulchen und Geldrollen; sie senken sich in diesem Zustande weit schneller, weil sie durch ihre Verbindung weniger Fläche darbieten und somit auch der Widerstand der Flüssigkeit gegen ihren Fall geringer ist. Der an der Oberfläche des Blutes gerinnende Faserstoff schließt dann keine Blutkörperchen, wohl aber die spezifisch leichteren farblosen Lymphkörperchen ein; die rothe Farbe fehlt ihm demnach, er ist gelblich, fast ungefärbt und bildet eine hautartige Ausbreitung auf der Oberfläche des Blutkuchens, die Speckhaut. Es ist eine bekannte Sache, daß diese Speckhaut sich stets auf stark faserstoffhaltigem Blute findet, bei entzündlichen Krankheiten, Schwangeren u. s. w., und daß ihre Bildung nicht auf einer zeitlichen Verzögerung der Gerinnung, sondern auf der durch die Säulchenverbindung bedingten schnelleren Senkung der Blutkörperchen beruht.

Sucht man die einzelnen Bestandtheile, welche das Blut enthält, nach den Substanzen zu ordnen, die man auf mechanische Weise durch das Mikroskop oder die Gerinnung unterscheiden kann, so erhält man folgende Resultate. In 1000 Theilen Venenblut eines gesunden Mannes von 25 Jahren finden sich dem Gewichte nach 513 Theile, also mehr als die Hälfte, Blutkörper-

chen, welche ihrerseits wieder eine bedeutende Menge Wasser, nämlich 350 Theile enthalten; so daß demnach die in der angegebenen Blutmenge aufgeschwemmten Körperchen nur aus 163 Theilen fester Substanz gebildet sind. Diese feste Substanz besteht ihrer größten Masse nach aus einem im Wasser löslichen eiweißartigen Körper, der mit dem Eiweißstoffe der Krystalllinse des Auges identisch scheint und Globulin oder Krystallin genannt wurde. Dieser Stoff, der 1,1 Prozent Schwefel, aber keinen Phosphor enthält, findet sich nur in den Blutkörperchen, und seine absolute Menge beträgt auf 1000 Theile Blut etwa 152. Mit ihm ist in innigster Verbindung der rothe Farbestoff des Blutes, das Blutroth oder Hämatin, dessen Menge man auf 7,7 auf 1000 Theile Blut anschlagen kann und der namentlich dadurch merkwürdig ist, daß er die einzige Substanz des Körpers ist, welche Eisen in ziemlich bedeutender Menge enthält. Dieses Eisen ist ein nothwendiger Bestandtheil der Blutkörperchen. Die Bleichsucht beruht wesentlich auf dem Mangel dieses Metalles und wird durch seine Einführung in das Blut geheilt. Außer dem Eisen enthalten die Blutkörperchen noch von unorganischen Substanzen besonders Chlorkalium und phosphorsaure Salze, worunter besonders phosphorsaures Kali und Natron, so wie kohlensaures Natron, die sich in der Asche wiederfinden.

Wir sahen so eben, daß das Serum des geschlagenen Blutes sich von der Blutflüssigkeit nur durch den Mangel des Faserstoffes unterscheidet. Die absolute Menge des Faserstoffes in 1000 Theilen Blut beträgt aber nicht mehr als 3,93 oder in runder Summe 4 Theile, während der Eiweißgehalt im Durchschnitte 40 Theile beträgt. Außerdem sind in dem Serum noch etwa 4 Theile verschiedener Salze aufgelöst, die zu mehr als der Hälfte aus Kochsalz, dann aber wesentlich aus kohlensaurem Natron, phosphorsauren und salzsauren Salzen bestehen.

Diese mineralischen Bestandtheile der Blutkörperchen und der Blutflüssigkeit, weungleich in ihrer Menge gegen die übrigen Blutbestandtheile sehr zurückstehend, erscheinen dennoch von ebenso bedeutender Wichtigkeit für den Haushalt des Körpers, wie viele

andere organische Stoffe, deren Gewicht kaum angegeben werden kann. Manche dieser Stoffe sind nur deshalb in so geringer Menge im Blute vorhanden, weil sie von den Drüsen beständig ausgeschieden werden; — andere gehen im Umschwunge des Kreislaufes zu Grunde und lassen sich deshalb eher in dem Blute der einen als der anderen Adern nachweisen. So findet sich in der Blutflüssigkeit stets eine äußerst geringe Menge von Harnstoff, von Gallenfarbstoff, von Traubenzucker, von Buttersäure, von Gallenfett und verschiedenen anderen verseiften und nicht verseiften Fetten. Nach der Ausrottung der Nieren nimmt der Harnstoffgehalt im Blute bedeutend zu, bei gehemmter Absonderung der Galle und gestörter Leberthätigkeit häuft sich der Gallenfarbstoff so sehr in dem Blute an, daß er endlich in den Geweben des Körpers abgesetzt wird und die Gelbsucht erzeugt. Dies sind also Stoffe, welche in dem Körper erzeugt und durch die Drüsen beständig abgeschieden werden, während Käsestoff und Zucker vom Darmkanale aufgenommen und letzterer wenigstens größtentheils in den Lungen zu Grunde geht, so daß er nur in dem Systeme der Leber, nicht aber in dem hellrothen Blute gefunden werden kann.

Die anorganischen Bestandtheile, die man als Asche beim Verbrennen wiederfindet, sind durchaus eben so wichtig für den Haushalt des Körpers, als die organischen. Der Mensch kann eben so wenig ohne Kochsalz und phosphorsaure Salze leben, als ohne Eiweiß oder Fett. Die meisten Salze aber finden sich in dem Serum des Blutes aufgelöst. Kochsalz wiegt unter ihnen an Menge vor. Ihm zunächst stehen kohlensaure und phosphorsaure Alkalien, und zwar sind die anorganischen Bestandtheile so vertheilt, daß Phosphorsäure und Kali vorzugsweise in den Blutkörperchen, die Chlormetalle, das Natron, der Kalk und die Bittererde, Schwefelsäure und Kohlensäure dagegen in der Blutflüssigkeit enthalten sind. Die Menge und das Verhältniß der anorganischen Stoffe zu einander wechselt indeß außerordentlich, je nach der augenblicklichen Einsaugung und den entsprechenden Ausscheidungen. Brod und Körnernahrung vermehren die Menge

der phosphorsauren Alkalien im Blute, Gemüse dagegen diejenige der kohlensauren Salze, indem die meisten organischen Pflanzensäuren beim Uebergange in das Blut sich in Kohlensäure verwandeln.

Vergleicht man die Zusammensetzung des Blutes im Ganzen mit derjenigen des Körpers, so wird man durch die Aehnlichkeit der Bestandtheile beider überrascht. Die Hauptorgane des menschlichen Körpers bestehen aus Eiweiß, Faserstoff und Fett, die sämmtlich in dem Blute nachgewiesen sind, und die Modifikationen dieser Stoffe, die wir in dem lebenden Körper finden, scheinen sämmtlich aus den im Blute vorhandenen Bestandtheilen hervorgehen zu können. Die Auswurfsstoffe fehlen ebenfalls nicht und die feuerbeständigen Stoffe der Asche sind ihren Elementen nach im Körper und im Blute gleich. Man kann demnach mit Recht sagen, daß das Blut der aufgelöste Organismus sei. Wir werden in der Folge sehen, wie in der That alle Stoffumwandlungen des Körpers in dieser beständig kreisenden Flüssigkeit ihren Mittelpunkt finden, wie alles, was der Körper aufnimmt, durch das Blut an den Ort seines Verbrauches hingeschafft, alles, was er ausscheidet, ebenfalls an die Stelle der Aussonderung gebracht wird, und wie auf diesem Wege theils in der Blutmasse selbst, theils in den Organen, welche von ihr durchlaufen werden, die mannichfaltigsten Metamorphosen Platz greifen, deren Erforschung zum größten Theile noch eine Aufgabe der Wissenschaft ist. Es darf demnach nicht verwundern, wenn die mannichfaltigsten individuellen und temporären Verschiedenheiten in der Blutmischung sich nachweisen lassen, da man diese gleichsam als von drei verschiedenen Faktoren abhängig ansehen kann : von der individuellen Beschaffenheit, von der Aufnahme fremder Stoffe und von der Ausscheidung unnütz gewordener Substanzen. Daß das Ineinanderspielen dieser drei Einflüsse die vielfachsten Wechsel erzeugen und somit der Untersuchung die mannichfaltigsten Hindernisse entgegenstellen müsse, ist klar. Vermehrt werden aber diese Hindernisse noch durch die Schwierigkeit und Länge der Untersuchung an sich und durch die Unzulänglichkeit der Mittel, welche die Chemie besitzt, wenn es sich

darum handelt, kleine Mengen von Stoffen nachzuweisen, die keine wesentlich charakteristische Reaktion besitzen. Wenn man bedenkt, daß die ungemein kleine Menge von Kuhpockengift, welche beim Impfen in die Blutmasse gebracht wird, in dieser eine so heftige Revolution bewirkt, daß Entzündung, Fieber, allgemeine Krankheit des ganzen Körpers, Ausschlag und Pockenbildung die unmittelbare, und eine, Jahrelang andauernde Veränderung der Empfänglichkeit für die Pockenansteckung die mittelbare Folge dieses unbedeutenden Eingriffes sind; wenn man andererseits bedenkt, daß die Menge des so eingebrachten Stoffes so gering, so verschwindend klein und die dadurch bewirkte Veränderung der Blutmasse so unbedeutend ist, daß weder Mikroskop, noch chemisches Reagens bis jetzt darüber haben Auskunft ertheilen können; so muß man sich gestehen, daß trotz aller unserer mühevollen Untersuchungen es bis jetzt noch nicht gelungen ist, die Vorgänge und Veränderungen, welche im Inneren der Blutmasse Statt finden, wissenschaftlich klar darzulegen.

Die spezifischen Unterschiede der beiden Blutarten, nämlich des arteriellen oder hellrothen und des venösen oder dunklen Blutes, beruhen hauptsächlich auf der Farbe und auf der Menge der einzelnen Bestandtheile. Formverschiedenheiten zwischen den Blutkörperchen dieser beiden Blutarten haben selbst die gewiegtesten Mikroskopiker noch nicht mit Sicherheit entdecken können; der einzige dem bloßen Auge sogleich auffallende sichere Charakter ist die Farbe. Selbst in sehr verdünnter Lösung zeigt sich die Verschiedenheit der Nüancen noch deutlich. Das hellrothe Blut gerinnt schneller und sein Blutkuchen wird fester, als derjenige des venösen; es ist reicher an Faserstoff, Salzen, Extraktivstoffen, dagegen ärmer an Eiweiß und Fetten, als das venöse. Das spezifische Gewicht des arteriellen Blutes ist auffallender Weise, den übereinstimmenden Beobachtungen der meisten Forscher zu Folge, geringer als dasjenige des dunkelrothen Blutes, eine Erscheinung, die mit dem größeren Wassergehalte des arteriellen Blutes zusammenhängt. In der That fand man bei einer ver-

gleichenden Analyse des Pferdeblutes in 1000 Theilen Blut folgende Verhältnisse:

	Venöses Blut	Arterielles Blut
Eiweiß und Salze . .	81,23	78,03
Faserstoff	4,97	5,30
Blutkörperchen . . .	98,67	96,87
Wasser	815,13	819,80

Vergleicht man diese Zahlen unter einander, so findet man, daß das Verhältniß der Blutkörperchen und des Eiweißes zum Wasser etwa dasselbe in beiden Blutarten ist, daß aber nicht nur die relative, sondern auch die absolute Menge des Faserstoffes im arteriellen Blute bedeutender ausfällt. Wir müssen diese Resultate hinnehmen, so wie sie die Chemie uns gibt; allein es ist nicht zu verkennen, daß sie mit den Ergebnissen des Athmungsprozesses nur schlecht im Einklang stehen. Diesem zu Folge sollte das arterielle Blut weniger Wasser enthalten, concentrirter sein, als das venöse, da in dem Athmungsprozesse Wasser ausgeschieden wird. In der That geben auch einige Chemiker das arterielle Blut als concentrirter und weniger wässerig an, als das venöse; allein die Mehrzahl widerspricht dieser Behauptung. Vielleicht hängt der größere Wassergehalt des arteriellen Blutes von der Zufuhr der Lymphe ab; diese ist bekanntlich viel wässeriger als das Blut, und da sie sich unmittelbar vor dem Herzen in den venösen Strom ergießt, so betreffen die an venösem Blute angestellten Untersuchungen nur solches Blut, welchem sich die Lymphe noch nicht beigemischt hat.

Der Gehalt an Gasen, welche in dem Blute enthalten sind, scheint sehr nach den Umständen zu wechseln. In einem späteren Briefe werden wir genauer zu bestimmen suchen, an welche Bestandtheile des Blutes diese Gase gebunden sind; hier genügt es zu wissen, daß man durch die Luftpumpe sowohl, als auch durch Schütteln mit indifferenten Gasarten aus dem Blute Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff entwickeln kann, und zwar in folgenden Verhältnissen.

1000 Vol. Blut geben :

	Pferdeblut		Kalbsblut	
	arterielles	venöses	arterielles	venöses
Kohlensäure . .	70,2	47,0	71,0	55,6
Sauerstoff . . .	25,0	12,0	28,1	9,6
Stickstoff . . .	9,9	7,0	18,1	6,4
	105,1	66,0	117,2	71,6

Berechnet man die so erhaltenen Resultate auf 100 Volumtheile der ausgeschiedenen Gasarten, so stellen sich die Verhältnisse folgendermaßen :

	Pferdeblut		Kalbsblut	
	arterielles	venöses	arterielles	venöses
Kohlensäure . .	55,1	72,1	64,7	76,7
Sauerstoff . . .	19,3	18,8	24,1	13,6
Stickstoff . . .	25,5	9,1	11,0	9,7

Es geht hieraus hervor, daß das arterielle Blut zwar im Ganzen mehr Gase enthält, als das venöse, daß aber im letzteren verhältnißmäßig weit mehr Kohlensäure, in ersterem dagegen mehr Sauerstoff sich findet — ein Resultat, welches mit den Ergebnissen des Athmungsprozesses vollkommen übereinstimmt.

Das Verhältniß der Gase zum Blute ist sehr eigenthümlich und höchst wichtig zum Verständniß des Athmungsprozesses. Sauerstoff mit dunklem Blut geschüttelt färbt dasselbe hochroth und entbindet Kohlensäure; Kohlensäure mit arteriellem Blute geschüttelt färbt dessen rothe Farbe dunkel und wird verschluckt, aber ohne daß Sauerstoff entbunden würde. Durch Schütteln des so dunkel gefärbten Blutes mit Sauerstoff wird die hochrothe Farbe wieder hergestellt.

Nach Jahre lang fortgesetzten Streitigkeiten über die Ursache dieser Farbenveränderungen scheint es endlich festgestellt zu sein, daß die dunkle Farbe, wie sie in dem venösen Blute sich zeigt, die natürliche des Blutfarbestoffes ist, die durch Anwesenheit oder Abwesenheit von Kohlensäure nicht im Mindesten verändert wird, während im Gegentheile der Sauerstoff augen-

blicklich die Veränderung der dunklen Nüance in die hellrothe bewirkt.

So wie das Blut in ſtetem Kreislaufe, in beſtändigem, mechaniſchem Umſchwunge durch den Körper ſich befindet, ſo iſt es auch in gleicher Weiſe in ſtetem Wechſel der Beſtandtheile, in unaufhörlicher Umbildung, Zerſetzung und Erneuerung begriffen. Schon an den Blutkörperchen ſelbſt hat man die mannichfachſten Anzeichen beſtändiger Umbildung wahrzunehmen geglaubt. Die Einen werden ſehr ſchnell von Reagentien angegriffen, während die Anderen, welche daneben liegen, nur ſehr langſam der Zerſtörung nachgeben; hier ſieht man, in ganz geſundem Blute, einzelne aufgeſchwollene, ſcheinbar in Auflöſung begriffene Körperchen; dort andere, in deren Innerem körnige Bildungen, Krümchen oder Kerne auf eine niedere Stufe oder Bildung deuten, während wieder andere, ohne Kerne, auf der höchſten Stufe der Entwickelung angekommen zu ſein ſcheinen; in manchen Organen, wie namentlich in der Milz, findet man Blutkörperchen in Zellen eingeſchloſſen, in mancherlei Stufen der Auflöſung oder Neubildung.

Die Neubildung des Blutes iſt hauptſächlich durch ein ſekundäres Gefäßſyſtem bedingt, welches mit dem Blutgefäßſyſteme im Zuſammenhang ſteht und das man das Lymphſyſtem genannt hat. In allen Theilen des Körpers, mit Ausnahme des Gehirnes, des inneren Ohres und Auges, finden ſich feine, dünnwandige Kanäle, welche mit blinden Enden oder mit maſchenförmigen Netzen in dem Gewebe beginnen, ſich allmählich zu Stämmen zuſammenſetzen, die meiſt den Hauptblutgefäßen folgen, und endlich in einem großen Hauptſtamm, dem Milchbruſtgang, ſich ſammeln. Der Milchbruſtgang läuft längs der Wirbelſäule im Innern der Bruſthöhle hinan und ergießt ſich in die linke Schüſſelbeinvene. Die Lymphgefäße zeichnen ſich durch mehrere Eigenthümlichkeiten vor den Blutgefäßen aus. Vor allen Dingen enthalten ſie eine ſo große Anzahl von inneren Klappen, daß ſie meiſt nach der Einſpritzung wie Perlſchnüre ausſehen. Außerdem ſind ihre Wände dünner und die Zweige nur ſelten zu ein-

zelnen Stämmen gesammelt. Selbst die größeren Stämme bilden mehr netzförmige Räume und nehmen sich etwa aus, wie ein mit reichlichen Inseln versehener Fluß. Außerdem sind die contraktilen Ringfasern in ihren Wänden bedeutend entwickelt und meist in verhältnißmäßig weit größerer Thätigkeit, als in den Blutgefäßen. Sie reagiren durch Zusammenziehung sehr intensiv auf äußere Reize, und es ist nicht selten, bei Operationen an lebenden Thieren Zusammenziehungen des Milchbrustganges und der größeren Lymphgefäße zu sehen. Diese Ringfasern sind indeß auch der einzige mechanische Apparat an den Lymphgefäßen zur Fortschaffung des flüssigen Inhaltes. Bei dem Blutgefäßsystem ist der mechanische Apparat auf einen einzigen Centralpunkt, das Herz, zusammengezogen; bei den Lymphgefäßen sind die bewegenden Momente über den ganzen Verlauf verbreitet. Von Stelle zu Stelle, von der Peripherie gegen den Milchbrustgang hin fortschreitend, ziehen sich die Ringfasern zusammen und pressen die in dem Lymphgefäße enthaltene Flüssigkeit nach beiden Richtungen hin aus. Allein dem Ausweg gegen die Peripherie hin stellen sich die zahlreichen Klappen entgegen; die Flüssigkeit wird demnach gegen den Milchbrustgang hingetrieben. Sobald die Zusammenziehung nachgiebt und das Gefäß sich öffnet, strömt natürlich von der Peripherie her wieder neue Lymphe ein, die durch eine neue Contraktion wieder weiter geschafft wird.

Unstreitig ist indeß diese selbstständige Zusammenziehung der Lymphgefäße nicht das einzig wirksame Moment zur Fortbewegung ihres Inhaltes. Man hat die Bemerkung gemacht, daß in starren Theilen, die keiner selbstständigen Bewegung fähig sind, nur sehr wenige Lymphgefäße vorkommen, während sie da, wo Muskelcontraktion und räumliche Wechsel aller Art sich finden, in großer Anzahl vorhanden sind. Der abwechselnde Druck der umgebenden Theile wirkt gewiß ganz in derselben Weise, wie die selbstständige Contraktion. Er treibt die Flüssigkeit vorwärts und bei seinem Aufhören strömt wieder neue aus der Peripherie ein, welche, der Stellung der Klappen nach, bei erneuertem Drucke weiter befördert wird. Nicht minder wirkt die Aufsaugung in den feinen

Enden der Lymphgefäße, die einen Strom nach innen erzeugt, der mit einer gewissen Kraft die Flüssigkeit nach den weiteren Aesten und Stämmen treibt.

Die Anfänge der Lymphgefäße im Gewebe sind noch nicht so bekannt, wie es wünschbar wäre. Die Anordnung der Klappen, welche bis in die feinsten Aeste hin sich erhält, macht jede feinere Einspritzung der letzten Zweiglein außerordentlich schwierig, und unter dem Mikroskope gelingt es bei der hellen Farbe der darin eingeschlossenen Flüssigkeit nicht leicht, die feinsten Lymphgefäße aufzufinden und in ihrem Verlaufe zu verfolgen. In den Zotten des Darmkanals beginnen die Lymphgefäße jedenfalls mit einem einfachen oder gespaltenen Stamme, der gewöhnlich ein kolbiges Ende zeigt; in anderen Organen, wie namentlich an der Leberoberfläche, zeigen sich weitmaschige Netze, aus Gefäßchen bestehend, die einen weit bedeutenderen Durchmesser haben, als die Capillaren der Blutgefäße.

Eine weitere Eigenthümlichkeit der Lymphgefäße besteht in den zahlreichen sogenannten Drüsen, durch welche sie hindurchgehen. Diese Gebilde, welche sich namentlich am Halse, in der Achselgrube und der Schenkelbeuge, sowie in dem Gekröse des Darmes in sehr großer Menge vorfinden, bestehen aus kleinen, meist etwa haselnußgroßen, bohnenförmigen halbfesten Körpern, innerhalb deren sich die ausführenden Lymphgefäße aus einer Menge verwickelter Zweige neu erzeugen, während die zuführenden Lymphgefäße in ein Höhlensystem mit seitlichen Ausfackungen münden, die mit Drüsensäckchen einige Aehnlichkeit haben. Welchen Zweck diese Verknäuelungen der Lymphgefäße, auf denen sich zahlreiche Blutgefäße verbreiten, haben, ist noch nicht ermittelt worden; doch scheinen sich dort hauptsächlich die Lymphkörperchen zu bilden, welche dann von der Lymphe fortgeschwemmt werden. Jedenfalls stockt die Fortbewegung der Lymphe in ihnen und deshalb sind es auch diese Drüsen, welche vorzugsweise bei Einsaugung fauliger Substanzen, sowie in manchen Krankheiten, wie z. B. der Skrophelsucht, afficirt werden. Schon mancher Anatom hat eine kleine Verletzung, welche er sich bei der Sektion einer

in der fauligen Zersetzung begriffenen Leiche zugezogen, mit den heftigsten Entzündungen und Vereiterungen der Achseldrüsen büßen müssen.

Der Beschaffenheit der Flüssigkeit nach, welche in den Lymphgefäßen nach dem Venensystem zu geleitet wird, unterscheidet man zwei Arten von Saugadern: die eigentlichen Lymphgefäße mit klarem, hellem, durchsichtigem Inhalte, welche aus allen Theilen des Körpers stammen, und die Chylus- oder Milchgefäße, welche von dem Darmkanal ausgehen, und sich durch ein meist trübes, milchiges Ansehen der in ihnen enthaltenen Flüssigkeit auszeichnen.

Die Lymphe selbst, welche man schon in einigen seltenen Fällen aus Wunden am Fußrücken in ziemlich reichlicher Menge sammeln konnte, bietet in morphologischer und chemischer Hinsicht viel Aehnlichkeit mit dem Blute dar. Sie gerinnt wie dieses und bildet, indem ihr Faserstoff die in ihr enthaltenen Körperchen umhüllt und einschließt, einen Kuchen wie das Blut, der nur dadurch sich unterscheidet, daß er farblos ist. Es schwimmen in ihr Körperchen, welche mit den farblosen Körperchen, die man im Blute in geringer Anzahl findet, identisch sind, und an denen man deutlich einen Kern und eine Schale unterscheiden kann; sie sind bedeutend größer als die Blutkörperchen.

Der Chylus oder Milchsaft unterscheidet sich nur durch seinen bedeutenden Gehalt an Fett von der Lymphe. Dies Fett ist in kleinen Tröpfchen oder Kügelchen in ihm abgelagert, und der Chylus erhält dadurch ein emulsionsartiges Ansehen. Die Menge dieses Fettes richtet sich durchaus nach der Nahrung. Bei hungernden Thieren ist der Chylus blaß, selbst ganz durchsichtig; bei Genuß von stärkemehlhaltigen Substanzen wenig trübe, mehr noch nach Fleisch und Milch, völlig weiß und undurchsichtig nach Genuß von Butter.

Je näher der Chylus und die Lymphe dem Blutgefäßsysteme kommen, desto ähnlicher werden sie auch dem Blute selbst, ohne indeß dessen Zusammensetzung gänzlich zu erreichen. Die Körperchen selbst, sowie die Flüssigkeiten werden allmählich röthlich, und namentlich scheint die Milz wesentlich zu dieser Röthung

der Lymphe beizutragen. Indeß wandeln ſich die Lymphkörperchen innerhalb des Milchbruſtganges noch nicht in vollkommene Blutkörperchen um, eben ſo wenig als der Chylus ſelbſt in ſeiner Zuſammenſetzung dem Blute gleicht. Eine nähere Vergleichung der Analyſen beider Flüſſigkeiten giebt die Unterſchiede deutlich zu erkennen.

In 1000 Theilen	Pferd		Katze	
	Blut	Chylus	Blut	Chylus
Faſerſtoff	2,80	0,75	2,40	1,3
Körperchen	92,80	4,00	115,90	
Eiweiß	80,00	31,00	61,00	48,9
Extraktivſtoffe	5,20	6,25		
Fett	1,55	15,00	2,70	32,7
Chlornatrium	—	—	5,37	7,1
Alkaliſalze	6,70	7,00	1,63	2,3
Erdſalze	0,25	1,00	0,49	2,0
Eiſenoxyd	0,70	Spuren	0,51	Spuren
Waſſer	810,00	935,00	810,00	905,7

Die Unterſchiede beider Flüſſigkeiten ſpringen in die Augen. Während der Chylus im Ganzen waſſerhaltiger iſt, als das Blut, bieten die relativen Faſerſtoff- und Eiweißmengen nur geringe Verſchiedenheiten dar; die in dem Blute enthaltenen Körperchen dagegen werden in dem Chylus durch eine bedeutende Menge von Fett gewiſſermaßen erſetzt. Auch die Extraktivſtoffe wiegen in dem Chylus bedeutend vor und ebenſo ſind die Salze relativ in weit bedeutenderer Menge im Chylus als in dem Blute vorhanden. Der Milchſaft bietet demnach eine beſtändige Erſatzquelle des Faſerſtoffes und Eiweißes, während er zugleich einen Ueberſchuß von Fett, Salzen, Extraktivſtoffen und Waſſer in das Blut überführt. Noch mehr als der Chylus nähert ſich die Lymphe, da ſie weit weniger Fett enthält, in ihrer Zuſammenſetzung dem Blute. Sie iſt eine verdünnte Blutflüſſigkeit, in welcher im Verhältniß zum Eiweiß und Fett die löslichen Salze und Extraktivſtoffe vorwalten.

Berückſichtigt man nun, daß die Lymphe und der Chylus in unmittelbarer Nähe des Herzens in die Schlüſſelbeinvene

ergossen werden und nur das rechte Herz und die Lungen zu durchlaufen haben, um in den arteriellen Blutstrom zu kommen, so läßt sich schon von vorne herein das wahrscheinliche Schicksal der einzelnen Bestandtheile des Chylus und der Lymphe errathen. Das überschüssige Wasser dunstet theils in den Lungen aus, theils wird es in den Nieren abgeschieden. Die Lymphkörperchen bilden sich im Blutstrome allmählich zu Blutkörperchen um; die überschüssigen Salze werden in den Nieren, dem Sekretionsorgan der salzigen Bestandtheile, entfernt, Faserstoff und Eiweiß bleiben in dem Plasma und ersetzen die demselben durch die Ernährung der Theile zugefügten Verluste. Das Fett löst sich großen Theils im Plasma auf und wird von diesem an bestimmten Orten abgesetzt.

Die Abhängigkeit, in welcher die Bildung des Chylus von der Art der Nahrung steht, ist so groß, daß man mit vollem Rechte zur Aufstellung des Satzes berechtigt ist, daß der Chylus zweier gleich genährter Thiere aus verschiedenen Gattungen nicht so verschieden ist, als derjenige zweier ungleich genährter Thiere derselben Gattung. Es beweist dies auf das Bestimmteste, daß den aufsaugenden Milchgefäßen des Darmes keine Auswahl unter den ihnen dargebotenen Stoffen des Darminhaltes frei steht, sondern daß sie aufnehmen, was gerade absorptionsfähig ist. Stände ihnen eine Auswahl zu, so würde die Qualität des Milchsaftes nicht zu den Nahrungsmitteln in einem Abhängigkeitsverhältniß stehen, sondern vielmehr bei einer und derselben Thiergattung stets dieselbe Zusammensetzung haben, was, wie erwiesen ist, nicht statt hat. Da mithin der Chylus in so naher Wechselwirkung mit dem Blute und der Blutbereitung steht, so ist diese auch wieder durchaus von der Art der Ernährung abhängig, und es ist sonach von der größten Wichtigkeit für die Wohlfahrt des ganzen Körpers, daß die Aufnahme von Nahrungsmitteln den Bedürfnissen der Blutmasse gehörig angepaßt sei. Wir werden in einem der folgenden Briefe darzuthun versuchen, daß die Milchgefäße hauptsächlich die Erneuerungsquelle

des Blutplasma's bilden, daß demnach von ihnen die normale Ernährung des Körpers großen Theils abhängt, während trotz der starken, in den Blutgefäßen des Darmes thätigen Auffaugung diese weniger die normalen, als die zufälligen Bestandtheile des Plasma's aufnehmen.

Dritter Brief.

Die Verdauung.

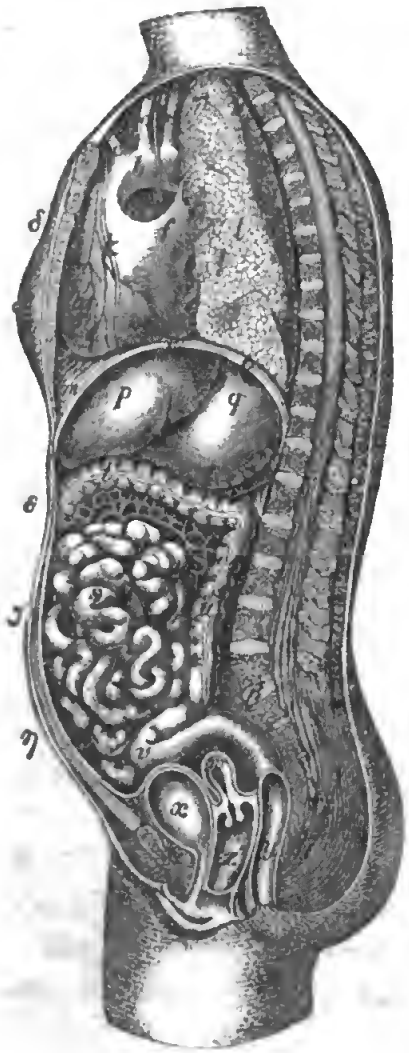


Fig. 13. Der Rumpftheil eines weiblichen Körpers, senkrecht durchschnitten, um die Lage der Brust- und Bauch-Eingeweide zu zeigen.

a. Das Herz. b. Bogen der Aorta. c Gemeinschaftlicher Stamm der rechten Hals- und Schlüsselbeinschlagader. d Linke Halsschlagader (Carotis). e. Linke Schlüsselbeinschlagader. f. Lungenschlagader. g. Lungenvene. h. Lungenfell. i. Herumschweifender Nerv (N. vagus). k. Zwerchfellsnerv. l. Linke Lunge. m, n, o. Zwerchfell. p. Linker Leberlappen. q. Mündung des Schlundes in den Magen (Cardia). r. Magen. s. Windungen des Dünndarms. t. Querdarm. u. Absteigender Theil des Dickdarmes. v. Biegung desselben. w. Gebärmutter (Uterus). x. Harnblase. y. Mastdarm. z. Scheide. α. Das Schambein (Os pubis) quer durchgesägt. β. Lendenwirbel. γ. Rückenwirbel, nach rechts davon das Rückenmark in dem Kanal der Wirbel und darauf die Darmfortsätze der Wirbel mit den Muskelmassen des Rückens. δ. Die vordere Brustwand. ε, ϑ, η. Die Muskelwand des Bauches.

Die Maſchine des Organismus bedarf einer beſtändigen Speiſung, einer ſteten Zuführung von Subſtanzen, aus welchen die im Umſchwunge des Stoffwechſels zerſetzten Theile und Gewebe wieder aufgebaut werden. Zu dieſer Stoffaufnahme hat die Natur in dem thieriſchen Körper ein eigenthümliches Rohr geſchaffen, welches in den höheren Thieren an beiden Enden geöffnet iſt; einerſeits um die zur Nahrung beſtimmten Subſtanzen aufzunehmen, und am anderen Ende, um die Reſte, welche nicht aufgenommen wurden, auszuwerfen. Dies Rohr heißt der Darmkanal oder Nahrungskanal. Seine äußeren Formen, ſo wie ſeine inneren Bildungen wechſeln in größter Mannichfaltigkeit, je nach der Beſchaffenheit der Nahrung und der Eigenthümlichkeit der Gattung. Im Allgemeinen beſitzen fleiſchfreſſende Thiere ein kürzeres, weniger gewundenes Darmrohr, an welchem nur ein größerer Behälter, der Magen, angebracht iſt; pflanzenfreſſende Thiere ſind mit längerem, vielfach gewundenem Darmſchlauche verſehen, und nicht nur iſt der Aufnahmebehälter, der Magen, öfter mehrfach vorhanden, ſondern auch an anderen Stellen ſind zuweilen ſeitliche Ausſtülpungen, Blinddärme angebracht, in welchen die der Verdauung unterworfenen Nahrungsſtoffe länger verweilen. Die innere Bildung des Darmrohres ſelbſt iſt, bei den höheren Thieren namentlich, nach einem und demſelben Typus angelegt.

Man unterſcheidet drei Schichten: die äußerſte ſeröſe oder Bauchfellſchicht, die mittlere Muskelſchicht und endlich die innere Schleimhautſchicht, welche unmittelbar mit dem Inhalte des Darmes in Berührung ſteht. Die äußerſte Schicht wird aus einer ſehr glatten, ſchlüpferigen, ſehnigen Haut gebildet, deren glänzende, ſtets feucht erhaltene Oberfläche das Gleiten der Darmſtücke bei ihren Bewegungen ſehr befördert. Dieſe Schicht iſt eine Fortſetzung des die ganze Bauchhöhle auskleidenden Bauchfelles, das an der inneren Fläche der Wände der Bauchhöhle, am Zwerchfelle und der Rückenwirbelſäule befeſtigt iſt und beim Ueberziehen des Darmes Duplikaturen bildet, an denen der Darm hängt, etwa wie die umgeſchlagene Laufröhre an einem Vorhange.

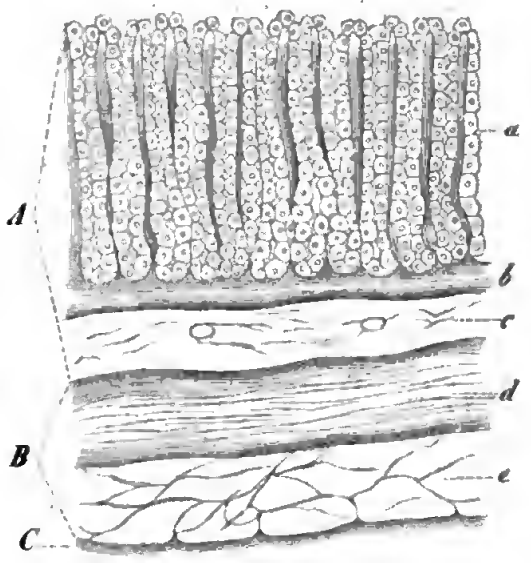


Fig. 14.

Senkrechter Durchschnitt durch die Magenhäute. A. Die Schleimhautschicht mit den Labdrüsen a, einer glatten Muskelschicht b und dem Bindegewebe c; B. die Muskelschicht mit den Längsfasern d und den durchschnittenen Querfasern e; C. die Bauchfellschicht.

Obgleich der Darm auf diese Weise in seiner ganzen Länge befestigt ist, so wird dennoch seinen Bewegungen ein weiter Spielraum gelassen, indem das Gekröse, welches von den erwähnten Duplikaturen des Bauchfelles gebildet wird, vielfach zusammengefaltet ist. Die Bewegungen des Darmkanales gehen von der mittleren Muskelschicht des Darmrohres aus. Von dem Schlunde und Magen an zieht sich diese Schicht einfacher, dem Willen nicht unterworfener Muskelfasern bis zu dem Ende des Darmkanales fort. Ihrer großen Masse nach besteht diese Muskelschicht aus queren Muskelfasern, die ringförmig um das Darmrohr herumlaufen, und durch ihre, der Willkür nicht unterworfenen Zusammenziehungen wellenförmig von oben nach unten fortschreitende Bewegungen veranlassen, welche die Physiologen mit dem Namen der peristaltischen Bewegungen zu bezeichnen gewohnt sind. An einzelnen Abtheilungen des Darmes, wie namentlich im Magen, findet man dagegen in mehrfacher Richtung sich kreu-

zende Muskelfasern, so daß die Bewegungen dieser Theile eine größere Mannichfaltigkeit besitzen. Während so die mechanische Funktion des Darmrohres, die Aufnahme, Fortbewegung und Ausstoßung der Nahrungsmittel, der Muskelschicht anheimfällt, ist die chemische Funktion wesentlich in der innersten Schleimhautschicht concentrirt. Durch diese Schicht werden verschiedene Säfte abgesondert, ohne deren Mitwirkung die Verdauung nicht zu Stande kommen könnte, und durch dieselbe Schicht werden alle Substanzen aufgenommen, die aus den Nahrungsmitteln in das Blut und den Haushalt des Körpers übergeführt werden sollen. Die Bildung dieser Schleimhautschicht ist eine sehr verschiedene, je nach den verschiedene Abschnitten des Darmes. In dem Magen finden sich fast nur cylindrische Drüsensäcke, einer neben den andern gestellt, wie hohle Pallisaden, die sogenannten Labdrüsen,

Fig. 15.
Eine einfache Labdrüse mit Labzellen angefüllt. Oben zeigen sich die Cylinderzellen, welche die Magenfläche bedecken.

welche vorzugsweise den Magensaft absondern. Gegen die Muskelschicht hin sind diese Labdrüsen kolbenförmig abgeschlossen. Die von ihnen abgesonderte Flüssigkeit bildet mit den abgestoßenen cylindrischen Zellen, welche ihre innere Fläche überziehen, den Labzellen, einen zähen Schleim, der sich nach und nach mit den Nahrungsmitteln auf das Innigste mengt. Schon auf der

Pförtnerklappe des Magens, bei dem Uebergang in den Zwölffingerdarm, nimmt die im Magen sammetartig ebene Schleimhaut einen anderen Charakter an. Es erheben sich auf ihr kleine gekerbte Falten, die stets höher, zuletzt cylindrisch oder zungenförmig werden, und die man in dieser Form die Darmzotten

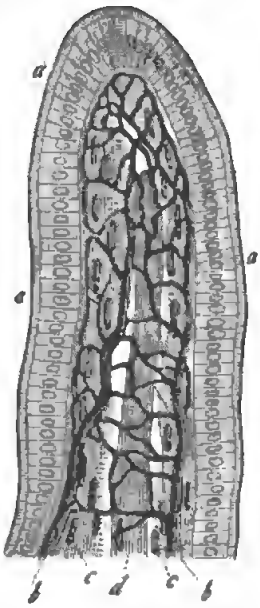


Fig. 16.

Eine Darmzotte, schematisch dargestellt. a. Der Ueberzug von Cylinderzellen mit hellem Randsaume. b. Haargefäßnetz. c. Blasse Muskelfasern in der Grundmasse. d. Anfang des Lymphgefäßes.

genannt hat. Diese Schleimhautzotten bestehen aus einer gallertartigen blassen Grundmasse, mit einem regelmäßigen Ueberzuge von cylindrischen Zellen, der sich fast wie ein Handschuhfinger abstreifen läßt. In der Achse der Zotte findet sich der meist kolbig abgeschlossene Anfang des Lymphgefäßes, umgeben von höchst zarten blassen Muskelfasern; in der hellen, mit spindelförmigen Kernen durchsäeten Grundmasse verzweigen sich die Blutgefäße, welche meist aus einer kleinen Arterie stammen und in eine einzige Vene sich sammeln. Es umspinnen diese Blutgefäße das Lymphgefäß der Zotte von allen Seiten, so daß man sich die Zotte im Ganzen etwa unter dem Bilde eines Fingers versinnlichen kann, der mit einem gestrickten Handschuh überzogen ist, wo dann der Knochen dem in der Achse verlaufenden Milchgefäße, Fleisch und Haut dem Gewebe und der gestrickte Handschuh dem Blutgefäßnetze entsprechen würden. Die Schleimhautzotten haben

nirgends Oeffnungen; die Cylinderzellen, welche ſie außen umkleiden, ſind dicht an einander gedrängt und verklebt. Doch können höchſt fein zertheilte Körperchen und Tröpfchen durch die Zellen ſelbſt eindringen. Außer dieſen Darmzotten, die in dem Dickdarme wieder verſchwinden, finden ſich in dem Dünndarme eine Menge verſchiedenartiger Drüſen, bald mit, bald ohne Ausführungsgang, deren phyſiologiſche Bedeutung noch nicht gehörig ermittelt iſt. Einfache Schläuche, welche den Labdrüſen des Magens ähnlich ſind, hat man die Lieberkühn'ſchen, traubige Drüſen mit Ausführungsgang die Brunner'ſchen, geſchloſſene Drüſenkapſeln die Peyer'ſchen Drüſen genannt. Das Reſultat der gemeinſchaftlichen Thätigkeit dieſer Drüſen iſt die Abſonderung des Darmſaftes, einer alkaliſch reagirenden Flüſſigkeit, deren genauere Zuſammenſetzung nicht gehörig bekannt iſt.

Die Verdauung als ſolche, d. h. die Veränderung, welche die Speiſen innerhalb des Darmrohres von der Mundhöhle an bis zu ihrem Austritte erleiden, iſt ein chemiſcher Prozeß, der, unter denſelben Bedingungen außerhalb des Körpers wiederholt, ganz dieſelben Reſultate liefern würde. Es treten hier nicht, wie man ſo oft geglaubt hat, beſondere vitale Kräfte ins Spiel, deren Analyſe uns unmöglich iſt; das Leben des Organismus iſt nur inſofern dabei thätig, als es die zu verdauenden Stoffe in der nöthigen Temperatur erhält, die zur Zerſetzung dienenden Säfte und Reagentien liefert, die Filter zur Abſcheidung der gelöſten Subſtanzen herſtellt und endlich die zur Fortſchaffung der ungelöſten Stoffe angewieſenen Kräfte in Anwendung bringt. Der Prozeß der Verdauung ſelbſt aber iſt der unmittelbaren Einwirkung des Organismus eben ſo gut entzogen, als jeder andere chemiſche Prozeß im Körper. Man hat ſchon oft darauf aufmerkſam gemacht, daß die zur Verdauung vom Körper angeſtellten Operationen denen des Chemikers in vielen Beziehungen ähneln. Zuerſt wird die Subſtanz zwiſchen den Zähnen zerkleinert, zerſchnitten, zerrieben und mit einer faſt indifferenten, ſehr wäſſerigen Flüſſigkeit, dem Speichel, gemiſcht. Nachdem ſie ſo zur Einwirkung der verſchiedenen löſenden Flüſſigkeiten vorbereitet iſt, wird ſie in

einer größeren Blase, dem Magen, dann in einem längeren Rohre, dem dünnen und dicken Darme, mit verschiedenen Säften ausgezogen, die Lösungen durch die Schleimhaut abfiltrirt und von Blut- und Lymphgefäßen aufgenommen, und der unbrauchbare Rest endlich, nach vollendeter Operation, weggeworfen.

Das Kauen und die dabei Statt findende Tränkung der Nahrungsmittel durch die Mundflüssigkeit, welche aus dem Mundschleime und der Absonderung der verschiedenen Speicheldrüsen zusammengesetzt ist, hat vor Allem nur den oben bezeichneten mechanischen Einfluß der Zerkleinerung und Einweichung. Der Speichel enthält nur außerordentlich wenig feste Bestandtheile, unter denen indeß ein äußerst kräftiger Gährungsstoff sich befindet, welcher gekochte Stärke oder Kleister fast unmittelbar in Zucker umsetzt. Diese gährungserzeugende Kraft des Speichels auf gekochte Stärke wird selbst durch die spätere Beimischung des sauren Magensaftes nicht aufgehoben, die Zersetzung selbst aber wird befördert durch den Sauerstoff der Luft, von der beständig eine gewisse Quantität bei dem Kauen in den schleimigen Speichel eingeschlossen und dann beim Hinabschlucken in den Magen befördert wird. Wenn also die Speichelflüssigkeit einerseits das Hinabschlucken trockener Stoffe erleichtert und durch Verflüssigung der im Munde befindlichen Stoffe die Geschmacksempfindung vermittelt, so leitet sie andererseits die Verdauung und Umsetzung der stärkemehlhaltigen Substanzen ein, welche immer weit schwieriger von Statten geht, als die des Fleisches und der übrigen blutbildenden Stoffe, wie z. B. des Faserstoffes und Eiweißes. Deshalb sehen wir auch bei fleischfressenden Thieren das Kauen und die Einspeichelung nur sehr unvollständig geschehen; ihr Speichel selbst ist wässeriger und weniger schaumig. Pflanzenfresser dagegen haben Backzähne mit stumpfen breiten Kronen, zum Mahlen und Zerreiben tauglich, sie kauen die Nahrung vollständig und verwandeln sie schon im Munde mit Beihülfe eines schaumigen, sehr lufthaltigen Speichels in einen Brei, der sogar bei den Wiederkäuern zum zweiten Male aus dem Magen in die Mundhöhle heraufbefördert wird, um von

Neuem zerkleinert und mit einer neuen Sauerstoffmenge durchknetet zu werden.

Der Bau der hinteren Theile des Mundes, des Gaumens und der Rachenhöhle ist vorzüglich darauf berechnet, den Bissen auf seinem richtigen Wege zu erhalten, und ihn weder nach oben in die hinteren Nasenöffnungen, noch nach vorn in den Kehlkopf und die Luftröhre ausweichen zu lassen. Das weiche Segel des Gaumens, das im Hintergrunde der Mundhöhle herabhängt, bildet gewissermaßen einen Teppichvorhang, den der Bissen wegdrängen und aufheben muß, um in den Schlund zu gelangen. Von der Seite her wirken die Gaumenbogen, welche man bei geöffnetem Munde sieht, durch ihr Zusammentreten. So von allen Seiten eingeschlossen und gedrängt, schlüpft der Bissen unter dem Gaumensegel durch und über den Kehldeckel weg in den Anfang des Schlundes, von wo er durch die Zusammenziehung der Muskelfasern abwärts in den Magen getrieben wird. Die Oeffnung der Stimmritze im Kehlkopfe bietet eine ganz besondere Schwierigkeit auf diesem Wege. Die Rachenhöhle hinter dem Gaumensegel ist der Kreuzungspunkt des Luftweges und des Nahrungsweges. Das regelrechte, gesundheitsgemäße, ruhige Athmen geschieht durch die Nase bei geschlossenem Munde. Die Luft streicht durch die Nasengänge und die hinteren Nasenöffnungen in die Rachenhöhle, von da durch die Stimmritze in den Kehlkopf (den sogenannten Adamsapfel) und weiter durch die unmittelbar unter der Halshaut gelegene Luftröhre in die Lungen. Die Speiseröhre liegt unmittelbar an der Wirbelsäule an — jeder Bissen streicht also über die Stimmritze weg nach hinten in die Speiseröhre — jeder Athemzug durchsetzt quer den Speiseweg. Der Kehldeckel schließt die Stimmritze beim Hinabschlucken — er klappt sich nach hinten über. Ist dieser Schluß unvollständig, so gelangt leicht der Bissen an die Stimmritze, die äußerst empfindlich ist, oder selbst in den Kehlkopf. Husten, Erstickungszufälle sind die Folgen des Verschluckens.

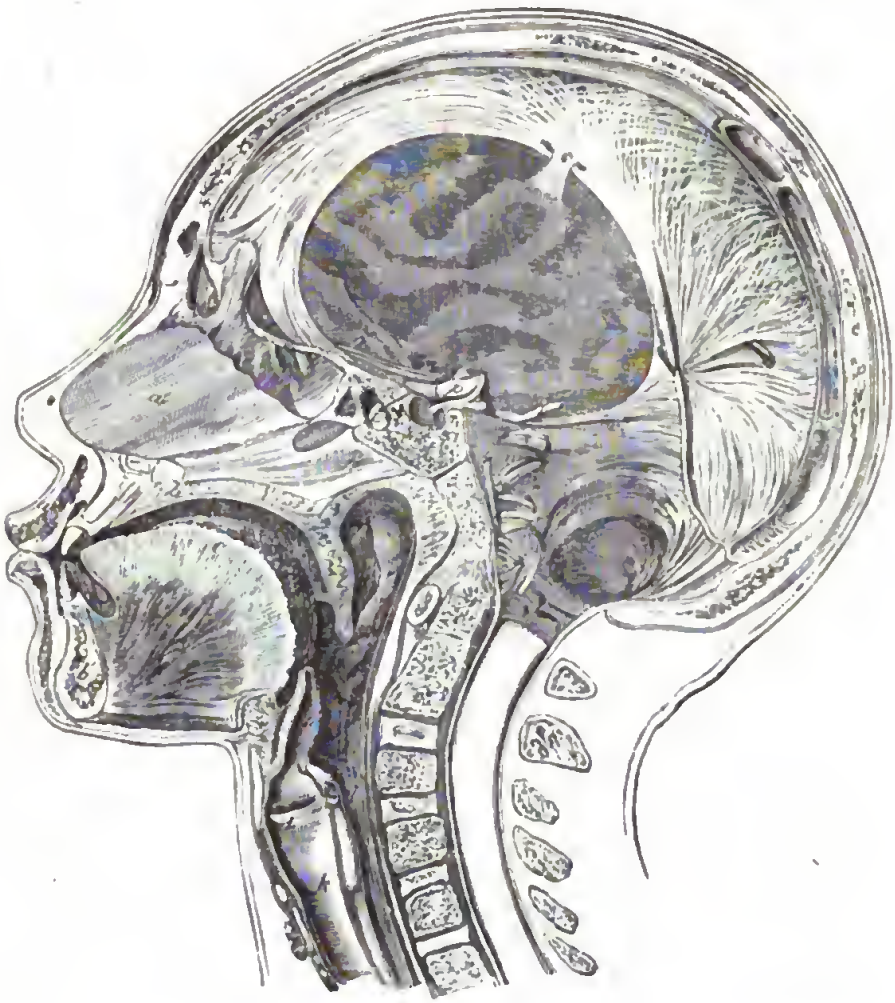


Fig. 17.

Längsdurchschnitt des Kopfes und oberen Halses in der Mittellinie.

a. Oberlippe. a'. Nasenscheidewand. b. Der knöcherne Gaumen, der die Nasenhöhle von der Mundhöhle trennt. c. Zunge. d. Der weiche Gaumen, der wie ein Segel zur Abscheidung der Rachen- und Nasenhöhle hinter der Zunge herabhängt. e. Das Zäpfchen. f. Die hintere Oeffnung der Nasenhöhle in die Rachenhöhle. g. Rachenhöhle. h. Kehldeckel. i. Stimmritze. k. Kehlkopf. l. Schlund. Die übrigen Buchstaben der Figur finden später ihre Erklärung.

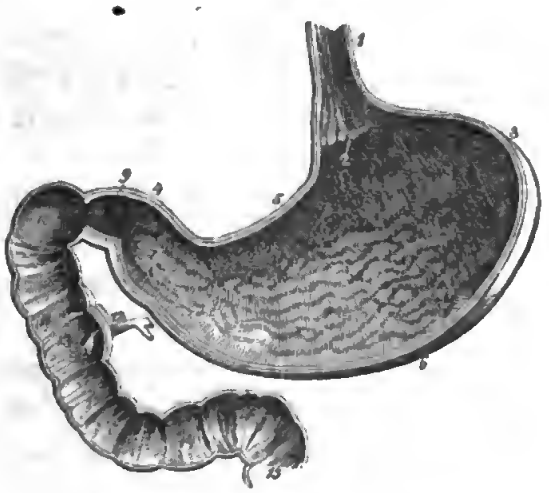


Fig. 18.

Der Magen in Verbindung mit dem Zwölffingerdarm und dem unteren Ende der Speiseröhre, so aufgeschnitten, daß man die innere Fläche sieht. 1. Das längsgefaltete, untere Ende des Schlundes. 2. Oeffnung des Schlundes in den Magen (Cardia). 3. Der Magengrund. 4. Pförtnertheil. 5. Die kleine obere Krümmung. 6. Die große Magenkrümmung. 7. Der Eingang zum Pförtner. 8. Höhle des Magens. 9. Pförtner (Pylorus). 10. Quertheil. 11. Absteigender Theil des Zwölffingerdarms. 12. Gallengang und Pankreasgang. 13. Mündung dieser Ausführungsgänge in den Darm. 14. Unteres Ende des Zwölffingerdarms. 15. Dünndarm.

Die Nahrungsmittel gelangen auf diese Art schluckweise, in Form von Bissen, sobald sie fest sind, in den Magen, einen einfachen Sack mit dünnen, muskulösen Wänden. Es ist eine fast allgemein verbreitete Ansicht, nicht nur unter dem Volke, sondern selbst unter den Gebildeten, daß der Magen eine zweite mechanische Zerkleinerung vornehme, daß er die Speise von Neuem zerreibe. Dies ist durchaus falsch, und von der Ansicht der Mägen des uns gewöhnlich zur Speise dienenden Geflügels, der Hühner und Enten, hergeleitet, die freilich einen zur Zerreibung der Körner eingerichteten, mit starken Muskelmassen versehenen Magen haben. Bei dem Menschen beschränkt sich die Thätigkeit der Muskelwände auf unbedeutende Zusammenziehungen und Aufblähungen, wodurch der Inhalt des Magens im Sacke von oben nach unten gegen die Pförtnerklappe hin getrieben und wenn er

nicht durch diese hinaus in den Darm tritt, wieder längs des oberen Magenrandes nach der Eintrittsöffnung zurückbewegt wird, so daß der Speisebrei (Chymus) im Kreise herum längs der Magenwände sich fortwälzt.

Die Magenbewegungen sind gewöhnlich so unmerklich, daß bei gesunden Personen keine Empfindung derselben Statt findet. Sie werden aber dann besonders empfindlicher, wenn sie bis zum Erbrechen sich steigern. Gewöhnlich geht diesem Akte eine gewaltige Depression der ganzen Lebensthätigkeit voraus, Fröfteln und Bläße, Zittern, langsames Athmen, kleiner Puls und selbst Ohnmacht ähnliche Zustände. Zugleich fühlt man die wurmförmigen Bewegungen des Magens, besonders in der Pförtnergegend, auf das Deutlichste. Bei dem Brechakte selbst zieht sich besonders der Pförtner kraftvoll zusammen und führt gewissermaßen einen Stoß gegen den Mageninhalt aus. Zugleich aber wirken noch kräftiger die Zusammenziehungen der Bauchmuskeln und des Zwerchfells, die gewöhnlich noch dadurch unterstützt werden, daß der Magen durch eingeschluckte Luft aufgebläht wird. Die Wirkung der Bauchmuskeln ist so bedeutend, daß durch ihre Zusammenziehung allein sogar Erbrechen bei Thieren erzeugt werden kann, denen man den Magen herausgeschnitten und an seiner Statt eine gefüllte Schweinsblase eingesetzt hat. Wenn man aber aus dem Gelingen solcher Versuche schloß, daß der Magen durchaus unthätig bei dem Erbrechen sich verhalte, so war dies wieder eine zu weit getriebene Folgerung, da man durch Gegenversuche beweisen kann, daß die erwähnten Zusammenziehungen des Magens und besonders des Pförtners einen wesentlichen Einfluß üben. Jeder Theil für sich allein, der Magen und die Vereinigung der die Bauchhöhle umgebenden Muskeln, können das Erbrechen bewirken, in gewöhnlichen Fällen arbeiten aber beide gemeinschaftlich.

Nach dem Erbrechen treten ganz ähnliche Erscheinungen ein, wie nach einem Fieberanfalle. Die Wärme kehrt in die Extremitäten zurück, die Haut röthet sich, wird feucht und weich, die verschiedenen, das Nervensystem betreffenden Erscheinungen ver-

ſchwinden. Zuweilen folgt noch eine höchſt unangenehme, ſchmerzliche Periode nach, in welcher der krampfhaft zuſammengezogene Magen ſich ſelbſtſtändig aufbläht und Luft von außen durch die Speiſeröhre einzieht. Nach und nach tritt Alles wieder in das gewöhnliche Geleiſe, wenn nicht, wie bei der Seekrankheit, die Urſachen des Erbrechens anhaltend fortdauern.

Dieſe Urſachen können aber eben ſo gut in dem Magen ſelbſt, als in anderen Theilen ſich finden. Viele Magenkrankheiten ſind conſtant von Erbrechen begleitet. Mechaniſche Reizungen, wie z. B. Stöße auf die Herzgrube, Krankheiten der benachbarten Eingeweide, erregen oft dieſe regelwidrigen Zuſammenziehungen. Auch ſolche Einwirkungen, welche eine heftige Zuſammenziehung der Bauchmuskeln bewirken, wie ſtarker Huſten, plötzliches Eintauchen in kaltes Waſſer, können endlich zum Erbrechen führen. Reizungen der Zungenwurzel, des Gaumens, des Zäpfchens, erregen eben ſo gewiß Erbrechen, als gewiſſe Arzneien, unter denen der Brechweinſtein und die Brechwurzel (Ipecacuanha) oben anſtehen. Beſonders wichtig iſt aber auch noch die Sympathie des Magens und des Gehirnes. Häufiges Erbrechen iſt oft das einzige Symptom, durch welches ſich eine beginnende Hirnentzündung der Kinder verräth. Das halbſeitige Kopfweh, die Migräne, iſt oft nur ein Symptom von Magenverſtimmungen und wird andererſeits gewöhnlich durch Erbrechen beendigt. Hirnerſchütterungen durch Schläge und Fall pflegen faſt immer Erbrechen hervorzurufen. Auch die erwähnten Brechmittel wirken nicht durch unmittelbaren Angriff des Magens, ſondern durch Umſtimmung des Nervenſyſtemes. Denn Brechweinſtein in das Blut geſpritzt zeigt ganz dieſelben Wirkungen, wie wenn er in den Magen gebracht worden wäre. Damit hängt es denn auch zuſammen, wenn heftige Gemüthsaffekte und gewiſſe Vorſtellungen und Sinnesanſchauungen je nach der größeren oder geringeren Empfänglichkeit Ekel und Erbrechen erzeugen.

Das einzige Element, wodurch die Verwandlung der Speiſen in einen gleichförmigen Brei bewirkt wird, iſt der Magenſaft, eine ſchwach ſaure Flüſſigkeit, welche von den zahlreichen Lab-

drüſen der Magenſchleimhaut in ſo großer Menge abgeſondert wird, daß ein dreißigjähriger Mann etwa 30 Schoppen in 24 Stunden abſondern ſoll. Schon ältere Verſuche hatten dieſe Einwirkung des Magenſaftes als unzweifelhaft dargeſtellt. Man hatte von Hühnern, Enten und Hunden kleine Blech- und Holzbüchschen verſchlingen laſſen, deren Wände durchlöchert waren, ſo daß die darin enthaltenen Nahrungsſtoffe zwar von dem Magenſafte durchdrungen werden, die Speiſen ſelbſt aber in keine Berührung mit den Magenwänden kommen konnten. Indem man nach einigen Stunden die Büchschen wieder an den Fäden, woran man ſie befeſtigt hatte, hervorzog, konnte man die Einwirkung der ſtattgehabten Verdauung beurtheilen. Man fand dann die Büchschen leer; — die darin enthaltenen Subſtanzen waren aufgelöſt, verdaut worden durch die alleinige Einwirkung des Magenſaftes.

Gewöhnlich iſt der Magenſaft ſauer; — in ganz nüchternem Zuſtande, wo indeſſen verhältnißmäßig nur wenig abgeſondert wird, zeigt aber der Magenſaft oft dieſe ſaure Reaktion nur deshalb nicht, weil die im Grunde der Labzellen abgeſonderte Säure nicht bis zu dem die Oberfläche überkleidenden Schleime vorgedrungen iſt. Die freie Säure, die unzweifelhaft in den Labzellen ſelbſt abgeſondert wird, iſt Salzſäure. Sie muß in einem gewiſſen Verhältniſſe vorhanden ſein, damit der Magenſaft ſeine auflöſende Wirkung auf eiweißartige Stoffe ausüben könne. Fehlt die Säure, ſo entſteht fäulnißartige Gährung; iſt ſie zu reichlich vorhanden, ſo wird die Verdauung verzögert, wie auch die tägliche Erfahrung bei dem ſogenannten Sodbrennen, das auf zu reichlicher Säureentwicklung im Magen beruht, beweiſt. Speiſen mit Magenſaft außerhalb des Körpers in Gläschen digerirt, werden wie in dem Magen verdaut, während verdünnte Säure keine oder nur äußerſt geringe auflöſende Kraft zeigte, die in keinem Verhältniſſe mit derjenigen des Magenſaftes ſtand.

Es iſt leicht, ſich eine Flüſſigkeit zu verſchaffen, die auch außerhalb des Körpers bei gehöriger Wärme durchaus dieſelbe

verdauende Kraft zeigt, wie der Magensaft im menschlichen Magen. Man braucht nur einen thierischen Magen mit Wasser auszulaugen und die so erhaltene schleimige Flüssigkeit mit einer angemessenen Quantität Säure zu versetzen und man hat eine Verdauungsflüssigkeit, welche Fleisch, Eiweißwürfel oder Faserstoff-Flocken in einer Wärme, die derjenigen des Körpers entspricht, ganz in derselben Weise und Zeit verdaut, wie in dem lebenden Magen auch. Die Substanzen zerfallen, werden durchscheinend und endlich aufgelöst, wobei sie eine trübe dickliche Flüssigkeit, einen wahren Speisebrei bilden. Vielfache chemische Untersuchungen haben nun gelehrt, daß das verdauende Prinzip in dieser Flüssigkeit, wie in dem natürlichen Magensafte, aus einem eigenthümlichen organischen Stoffe besteht, der in seiner Zusammensetzung viele Aehnlichkeit mit dem Eiweiße hat, und ein eigenthümlicher Gährungsstoff ist, welcher bei Gegenwart von irgend einer freien Säure, vorzugsweise aber von Salzsäure, die Umsetzung und Auflösung der blutbildenden Stoffe unmittelbar bewerkstelligt. Dieser Verdauungsstoff oder Pepsin ist es, welcher dem Labmagen der Kälber die Kraft ertheilt, den Käsestoff der Milch augenblicklich zur Gerinnung zu bringen. Jedermann weiß, daß das Ueberraschende dieser Wirkung hauptsächlich in der geringen Menge von Lab liegt, die zur Gerinnung einer großen Quantität Milch nöthig ist. Das Pepsin wirkt überall in ungemein geringem Verhältniß; da man es indeß noch nicht vollständig rein hat darstellen können, so ist es schwierig zu sagen, wieviel dieses Stoffes in einer Flüssigkeit vorhanden sein muß, damit sie die größte verdauende Kraft entwickele. Es scheint, als ob das Pepsin eine Art von Gährungsstoff sei, der bei gleichzeitiger Gegenwart von Säure durch seine bloße Anwesenheit die Umsetzung und Auflösung der eiweißartigen Körper bedingt, in ähnlicher Weise wie die Hefe die Gährung des Zuckers, die Diastase diejenige der stärkemehlartigen Stoffe bedingt. Trotzdem, daß man Pepsin jetzt an mehreren Orten käuflich haben kann, indem es bei mangelhafter Verdauung zuweilen als Arzneimittel angewendet wird, ist man dennoch über seine chemische Natur noch nicht vollständig

im Klaren und muß ſich darauf beſchränken, bei den künſtlichen Verdauungsverſuchen, die man mit dieſem käuflichen Pepſin in Gläschen anſtellen kann, ſeine Menge aus der Größe der Wirkung zu beſtimmen, die es auf die zu verdauenden Subſtanzen ausübt. Da hat ſich denn als allgemeine Regel ergeben, daß jedes zu Viel wie zu Wenig der beiden wirkenden Stoffe, Säure wie Pepſin, die Verdauung verzögert oder ſelbſt gänzlich aufhebt, dagegen ein richtiges Verhältniß beider die größte Energie der Verdauung entwickelt.

Wir ſehen alſo, daß in dem Magen ſchon die Maſſe der aufgenommenen Nahrungsmittel mit zwei Gährungsſtoffen verſchiedener Wirkung gemengt iſt, die einander in ihrem Einfluſſe nicht aufheben: mit Speichel, welcher die gekochte Stärke umſetzt, mit ſaurem Magenſaft, welcher die eiweißartigen Stoffe auflöſt. Wir werden ſehen, daß dieſe Scheidung der Einwirkung auf die eiweißartigen Körper einerſeits, auf die ſtärkemehlartigen Stoffe, die ſogenannten Fettbildner andererſeits auch weiterhin auf dem Wege der Speiſen durch den Darmkanal ſich wiederholt, und daß hier ein ähnlicher Wechſel Statt findet, wie wenn ein Chemiker, um verſchieden lösliche Stoffe aus einer Subſtanz auszuziehen, dieſelbe abwechſelnd mit ſauren und alkaliſchen Flüſſigkeiten behandelt.

Das Reſultat der Magenverdauung iſt ein gleichförmiger, weißlicher Brei, der Chymus oder Speiſebrei, der ſeiner Vermiſchung mit dem Magenſafte zu Folge ſauer reagirt. Daß dieſer Brei keine vollſtändige Auflöſung der Nahrungsmittel darſtelle, iſt klar; es iſt ein Gemenge, in dem einige Subſtanzen wirklich aufgelöſt, andere chemiſch verändert, noch andere nur aufgeweicht ſind. Die anorganiſchen Salze, ſo wie alle diejenigen organiſchen Stoffe, welche, wie Zucker, in Waſſer oder ſchwacher Säure löslich ſind, werden gelöſt; die kohlenſauren Salze zerſetzt; die organiſchen Körper zerfallen meiſt zuerſt in ihre Bildungselemente, in Zellen, Faſern, Scheibchen, mit Ausnahme der Holzfaſer und der hornigen Theile; — Federn, Klauen, Haare, Spelzen und Schaalen der Früchte erhalten ſich unverändert im

Magen. Das genoſſene Fett wird bei der hohen Temperatur von 30° R., die im Magen herrſcht, meiſt flüſſig und findet ſich in Tropfen im Breie vertheilt. Der Käſeſtoff der Milch gerinnt im Magen, wird aber dann eben ſo wie Muskelfaſer, geronnener Faſerſtoff, Knorpel, ſelbſt Knochen und die meiſten thieriſchen Stoffe in eine ſtrukturloſe Gallerte verwandelt. Die ſtärkemehlhaltigen Subſtanzen ſcheinen meiſt chemiſch verändert zu werden; ſie verwandeln ſich um ſo eher in Traubenzucker, je mehr Speichel beigemiſcht war; die meiſten Zuckerarten gehen in ſaure Gährung über; Faſerſtoff und Eiweiß, welche im Magen aufgelöſt wurden, verlieren größtentheils ihre Gerinnbarkeit, werden mithin ebenfalls weſentlich verändert.

Sobald der Speiſebrei die Pförtnerklappe des Magens überſchritten hat und in den Dünndarm eingetreten iſt, mengen ſich ihm die Abſonderungsprodukte zweier bedeutender Drüſen, der Bauchſpeicheldrüſe und der Leber, zu. Letztere namentlich hat von jeher in der Medizin und in der phyſiologiſchen Ideen der Aerzte ſowohl als des Volkes eine eminente Rolle geſpielt, und in manchen Ländern Europa's ſchreibt wenigſtens der zweite Kranke alle Uebel, welche ihn betreffen, der Galle zu. Manche dieſer Vorurtheile können wir dreiſt als ſolche zurückweiſen, vielen dürfen wir nur bedingungsweiſe entgegen treten, und zu den meiſten können wir leider weder Nein! noch Ja! ſagen; denn wir müſſen eingeſtehen, daß von allen chemiſchen Einwirkungen auf die Verdauung diejenige der Galle gerade am wenigſten bekannt iſt. Erſt in den allerneueſten Zeiten iſt der Bau der Leber in einigermaßen befriedigender Weiſe aufgeklärt worden. Schon durch die Art und Weiſe der Anordnung ihrer Blutgefäße tritt die Leber ganz aus der Reihe aller anderen Drüſen heraus. Ihre Arterie ſteht in gar keinem Verhältniß zu ihrer Größe, und die großen, weitſchichtigen Netze, welche die arteriellen Capillaren bilden, zeigen wohl, daß ſie zur Gallenſekretion in weniger Beziehung ſtehen, ſondern mehr der Ernährung des Drüſengewebes gewidmet ſind. Für dieſen Mangel wird die Leber indeß dadurch entſchädigt, daß alles venöſe Blut, welches vom Darmkanale

zurückkommt (mit Ausnahme der oberſten und unterſten Theile, welche keinen Bezug mehr zur Verdauung und Aufſaugung haben), daß alles dieſes Darmblut, wie ſchon oben erwähnt wurde, ſich in einen einzigen Stamm ſammelt, die Pfortader, und daß dieſer venöſe Stamm ſich dann wieder in der Leber verzweigt und dieſer gegenüber ganz dieſelbe Rolle ſpielt, wie bei den übrigen abſondernden Drüſen die Blut zuführende Arterie.

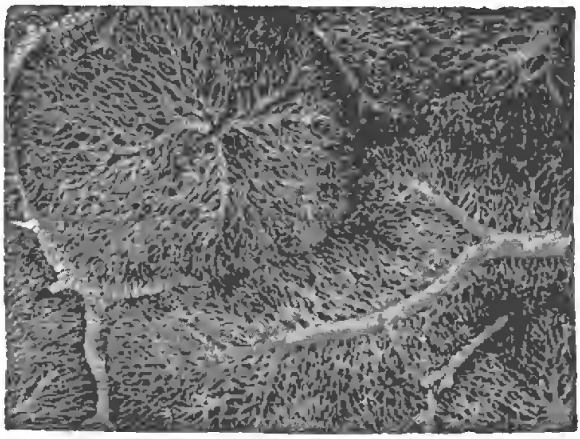


Fig. 19.

Haargefäßnetz der Leber, von den Lebervenen aus eingeſpritzt.

Die Pfortader vertheilt ſich in ſehr feine Maſchennetze, aus welchen ſich dann nach und nach die Lebervenen zuſammenſetzen, welche das Blut in die große Hohlader und ſomit in die rechte Vorkammer des Herzens führen. Die Stoffe alſo, welche durch die Aufſaugung im Darme aus den Nahrungsmitteln in das Blut aufgenommen worden ſind, gelangen nicht in den allgemeinen Kreislauf, bevor ſie nicht einmal durch die Capillargefäße der Pfortader hindurchgegangen ſind.

Mit dieſer außergewöhnlichen Anordnung der Blutgefäße ſind indeß die anatomiſchen exceptionellen Verhältniſſe der Leber noch nicht erſchöpft. Alle anderen ausführenden Drüſen des Körpers kommen in ihrem Baue inſofern überein, daß ſie aus Röhren gebildet ſind, welche mit blinden Enden beginnen, und durch ihr Zuſammentreten endlich einen Hauptausführungsgang

bilden, welcher das Sekret weiter befördert. Die absondernden Röhren haben einen weit bedeutenderen Durchmesser, als die capillaren Blutgefäße, und werden von den Netzen derselben umsponnen. Man könnte sich die absondernden Drüsenkanäle mit ihren umspinnenden Blutgefäßen etwa unter dem Bilde einer mit einem Seidenhandschuh bekleideten Hand vorstellen, wo die Finger die Drüsenkanäle, das Seidengewebe mit seinen Maschen die Netze der Blutgefäße repräsentiren würden. In der Leber verhalten sich die absondernden Gallenkanäle durchaus anders. Sie lösen sich zuletzt in ein Netz auf, das aus eben so feinen Röhren besteht, als die Capillargefäße selbst, aber weit größere Maschen zeigt als diese, so daß man sie ziemlich leicht von den Haargefäßen unterscheiden kann. Die feine Haut, welche diese Anfänge der Gallengänge auskleidet, läßt sich noch hie und da erkennen, verschmilzt aber dann untrennbar mit der Haut der feinen Haargefäße, so daß die Gallenflüssigkeit einerseits, die Blutflüssigkeit andererseits nur durch die höchst feine Haut der Haarröhrchen getrennt sind. Die Substanz der Leber wird nun hauptsächlich von flachen, ziemlich unregelmäßigen Zellen gebildet, die sich reihen- und netzförmig an einander legen und feine Läppchen bilden, die durch ein spärliches Fachwerk von Bindegewebe von einander abgetrennt sind. Die Leberzellen enthalten einen, zuweilen auch zwei Kerne, eine zähflüssige, etwas gelbliche Inhaltsmasse, in welcher kleine Fetttröpfchen und höchst feine, gelbbräunliche Körnchen von Gallenfarbstoff und Stärke aufgeschwemmt sind.

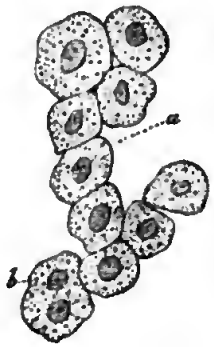


Fig. 20.

Einzelne Leberzellen: a. mit einfachem, b. mit doppeltem Kerne.

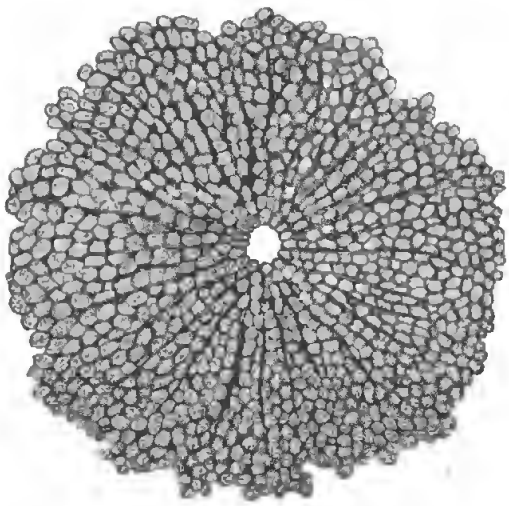


Fig. 21.

Anordnung der Leberzellen auf dem Durchſchnitt eines Läppchens, mit dem Querſchnitte der Lebervene in der Mitte.

Die Galle ſelbſt iſt eine bitterlich ſchmeckende, klare Flüſſigkeit von grünlich-gelber Farbe, die meiſtens in Folge ſchon beginnender Zerſetzung in der Gallenblaſe eine alkaliſche Reaktion beſitzt. Ihre äußerſt leichte Zerſetzung hat vielfache Streitigkeiten unter den Chemikern herbeigeführt, die endlich dahin gelöſt ſind, daß man die Galle als eine Auflöſung von Kali- und Natronſalzen betrachten muß, die durch zwei eigenthümliche Säuren gebildet werden, welche in ihrer Zuſammenſetzung inſofern einige Aehnlichkeit mit den Fettſäuren haben, als ſie ſehr reich an Kohlenſtoff ſind. Beide Säuren enthalten indeß eine geringe Menge Stickſtoff, die eine, die ſogenannte Choleïnſäure, auch noch etwas Schwefel, während die Cholſäure oder Gallenſäure durchaus ſchwefelfrei iſt. Außerdem finden ſich in der Galle noch zwei neutrale Fette, Elaïn und Margarin, ein eigenthümlicher wachsähnlicher Stoff, das ſogenannte Gallenfett oder Choleſterin, und zwei Farbeſtoffe, ein grüner und ein brauner, welche im Darmkanale allmählich verharzt werden und den Excrementen ihre Farbe ertheilen. Es geht aus dieſer Zuſammenſetzung hervor, daß die Galle im Ganzen eine ſehr kohlenſtoffreiche Abſonderung

iſt, und ſomit in direktem Gegenſatze zu dem Harne ſteht, in deſſen organiſchen Beſtandtheilen der Stickſtoff die bedeutendſte Rolle ſpielt.

Aus Verſuchen an Hunden hat man berechnet, daß ein erwachſener Menſch von 130 Pfund Körpergewicht etwa 3 Schoppen Galle in 24 Stunden durch ſeine Leber bereitet und in den Zwölffingerdarm überführt. Und auf der anderen Seite hat man durch vergleichende Unterſuchungen der Nahrungsmittel und der Excremente nachgewieſen, daß höchſtens $^1/_8$ der feſten Beſtandtheile der Galle mit dem Kothe weggeht, $^7/_8$ dagegen in dem Darme ſelbſt wieder aufgeſaugt werden. Die Galle gehört alſo nicht zu den reinen Abſonderungen des Körpers, ſondern vielmehr zu denjenigen Flüſſigkeiten, welche zur inneren Verarbeitung, zur Stoffmetamorphoſe des Körpers dienen, und nach geleiſtetem Dienſte wieder in das Blut aufgenommen werden.

Welches ſind aber die bis jetzt nachgewieſenen Dienſte der Galle? Die Antwort hierauf iſt ſchwierig, und nur langſam iſt man zu einigen poſitiven Kenntniſſen in dieſer Hinſicht gelangt. Daß die Funktion der Leber von höchſter Wichtigkeit ſei, lehren ſchon der äußere Anſchein, ſowie die Krankheiten dieſes Organs, das bei den meiſten Thieren vorkommt und einen bedeutenden Umfang beſitzt. Krankhafte Deſtruktion der Leber führt faſt unvermeidlich zum Tode, und Verſuche an Thieren haben gezeigt, daß bei direkter Ausführung der Galle aus dem Körper das Leben meiſtens gefährdet iſt. Man hat vielfache Verſuche in der Art angeſtellt, daß man bei Hunden den Gallengang, der in den Darm führt, ſo unterband und durchſchnitt, daß keine Galle mehr in den Darm gelangen konnte. Man öffnete dann, um die Gallenabſonderung ſelbſt nicht zu hindern, die Gallenblaſe, und heilte die Oeffnung ſo in die Bauchwände ein, daß die Galle nach außen ergoſſen wurde. Auf dieſe Weiſe war die Funktion der Leber ſelbſt nicht im Geringſten beeinträchtigt. Die Galle wurde nach wie vor abgeſondert, allein ſtatt in den Darm, durch die in der Gallenblaſe angebrachte Fiſtelöffnung nach außen ergoſſen. Alle ſo operirten Thiere zeigten, wenn ſie überhaupt

den operativen Eingriff überſtanden, eine große Gefräßigkeit, und meiſtens auch, wenn das Leben längere Zeit erhalten wurde, eine bedeutende Abmagerung, die beſonders das Fett betraf. Bei einigen Wenigen nur, bei denen die Magenverdauung kräftig genug war, die großen Mengen eingenommener Nahrung zu überwinden, ſtellte ſich der durch den Ausfluß der Galle bewirkte Verluſt wieder her. Die meiſten Thiere gingen an vollſtändiger Abmagerung zu Grunde. Bei allen aber beobachtete man einen entſetzlichen Geſtank der Excremente, ja ſelbſt der Athmungsluft, und man konnte ſomit nicht bezweifeln, daß ein weſentlicher Einfluß der Galle in einer fäulnißwidrigen Wirkung auf den Darminhalt beſteht. Wenn auch die Magenverdauung vollkommen ungeſtört bleibt, ſo iſt doch offenbar die Abweſenheit der Galle durch die faulige Zerſetzung der im Darmkanale befindlichen blutbildenden Stoffe und durch die übermäßige ſaure Gährung der Pflanzennahrung ein bedeutendes Krankheitsmoment.

Ein zweiter wichtiger Einfluß der Gallenflüſſigkeit iſt die Vermittlung der Auffangung des Fettes und ſeine Ueberführung in die Lymphgefäße.

Es exiſtirt ein unerſchütterliches Geſetz in der Lehre von der Durchdringlichkeit thieriſcher Membranen durch Flüſſigkeiten, welches feſtſetzt, daß nur ſolche Flüſſigkeiten durchdringen und ſich durch die Membranen hindurch austauſchen, welche unter ſich und mit der Befeuchtungsflüſſigkeit der Membran miſchbar ſind. Oel und Fett dringen nicht durch eine mit Waſſer getränkte Membran, und umgekehrt. Nun ſind aber die Häute und Zotten des Darmkanals, die Wände der einſaugenden Gefäße, der Speiſebrei, kurz alle bei der Verdauung und Reſorption in Betrachtung kommenden thieriſchen Theile, mit wäſſerigen Flüſſigkeiten getränkt. Die Aufnahme von Fett in den Chylus, der Durchgang von freien Fetten durch dieſe Membranen wäre demnach eine rein phyſikaliſche Unmöglichkeit, wenn nicht ein Mittel gegeben wäre, welches das Fett auf irgend eine Art mit Waſſer miſchbar und dadurch auffaugungsfähig machte. Die Seifen ſind im Waſſer lösliche Fettverbindungen, Salze von Fettſäuren mit

alkaliſchen Baſen gebildet. Die Galle iſt allerdings im Stande, mit Fettſäuren lösliche Seifen zu bilden. Da man aber vorzugsweiſe neutrale Fette genießt, ſo finden dieſe Eigenſchaften nur dann Platz, wenn ſich Fettſäuren in dem Darme bilden, was allerdings unter dem Einfluſſe der Alkalien der Galle nach und nach geſchehen kann, indeß nur den kleinſten Theil des aufgenommenen Fettes beſchlägt. Galle, Bauchſpeichel und Darmſaft dienen aber dazu, das aufgenommene neutrale Fett auf mechaniſche Weiſe überzuführen. Jeder, der mit chineſiſcher Tuſche oder mit Waſſerfarben gemalt hat, weiß, daß man nur ein wenig Galle (die Maler benutzen gewöhnlich Hechtsgalle) unter die Farbe zu miſchen braucht, um auf fettigem Papier, das ſonſt die Farbe nicht gleichmäßig annimmt, die Farben dennoch gleichartig auftragen und ausbreiten zu können. In mit Galle benetzten Haarröhrchen ſteigt flüſſiges Fett in die Höhe, in mit Waſſer benetzten nicht. Die Galle vermittelt demnach die Miſchbarkeit fetter und wäſſeriger Flüſſigkeiten, die Berührung der im Darmkanal enthaltenen Fette mit den Darmzotten, und den Uebergang durch deren von Waſſer durchtränkte Subſtanz in die Milchgefäße. Wenn auch über einige Vorgänge dieſes Uebertritts in die Darmzotten nicht vollkommene Uebereinſtimmung unter den Beobachtern vorhanden iſt, indem die einen die Zellen der Darmzotten als nur mit einem Schleimpfropfe, die anderen dagegen als mit einer von Porenkanälen durchzogenen feinen Haut geſchloſſen darſtellen, ſo iſt man doch in ſo weit über den Vorgang einig, als man ermittelt hat, daß in der That höchſt fein zertheiltes neutrales Fett durch die Subſtanz der Darmzotten und die Zellen hindurch in das Innere des Axenkanals derſelben eindringt. Nicht nur die Galle, welche freilich die bedeutendſte Rolle dabei übernimmt, ſondern auch der Bauchſpeichel, der Darmſaft und Darmſchleim wirken alle darauf hin, das Fett im Darmkanale außerordentlich fein zu zertheilen. Dieſe höchſt kleinen Fettkügelchen oder Körnchen dringen nun von der Oberfläche her in die Zellen der Darmzotten ein, erfüllen dieſelben, durchſetzen ſie, dringen in die ſchwammige Maſſe der Zotte und endlich in den

Axenkanal, von welchem aus ſie in die Milchgefäße weiter geführt werden. Man kann den ganzen hier geſchilderten Vorgang bei Thieren beobachten, die einige Stunden nach Fettaufnahme getödtet wurden, hat ihn übrigens auch ſchon bei Menſchen beſtätigt, die einige Zeit vor ihrem gewaltſamen Tode eine fettreiche Mahlzeit zu ſich genommen hatten. Da Bauchſpeichel und Darmſaft ebenfalls zu dieſer feinen Vertheilung der Fette mitwirken, ſo darf man ſich nicht wundern, wenn auch nach Aufhebung der Leberthätigkeit und gänzlichem Ausſchluſſe der Galle aus dem Darme dennoch eine, freilich ſehr geringe, Fettmenge von den Darmzotten aufgenommen und von den Milchgefäßen fortgeführt wird.

Ein ferneres Moment darf bei der Einwirkung der Galle auf die Aufſaugung überhaupt und die des Fettes insbeſondere nicht vergeſſen werden. Galle reizt alle unwillkürlichen Muskelfaſern zu kräftigen Zuſammenziehungen. Die Darmzotten, mit Galle in Berührung gebracht, ziehen ſich, da ſie ſolche Muskelfaſern enthalten, energiſch zuſammen. Das in ihnen enthaltene Fett wird auf dieſe Weiſe durch den inneren Milchgefäßgang weiter geſchafft gegen den Stamm hin und die Zotte befähigt, neue Mengen von Fetttröpfchen aufzunehmen.

Wir gedenken hier nur beiläufig noch einiger Verhältniſſe, auf die wir vielleicht im Verlaufe noch zurückkommen werden. Die oben auseinander geſetzte Struktur der Leber beweiſt eine innige Wechſelwirkung des Blutes und der abgeſonderten Gallenflüſſigkeit. Die Anordnung des Kreislaufes, wodurch alles von dem Darmkanale herkommende Blut erſt durch das Filtrum der Leber durchgehen muß, ehe es weiter in dem Körper circuliren kann, deutet darauf hin, daß eine beſondere Thätigkeit der Leber vorhanden ſein müſſe, die auf das Blut Bezug hat.

Dieſe Schlüſſe rechtfertigen ſich vollkommen bei genauerer Unterſuchung. Die Leber iſt der Schauplatz tief eingreifender chemiſcher Veränderungen, die wir nur zum Theile noch kennen.

So unterliegt es keinem Zweifel, daß in der Leber ſelbſt die meiſten Stoffe, welche die Galle zuſammenſetzen, gebildet und

nicht, wie dies bei anderen Drüſen der Fall iſt, einfach aus dem Blute abgeſchieden werden. Man kann Fröſche wochenlang am Leben erhalten, nachdem man ihnen die Leber ausgeſchnitten hat. Wären die Gallenbeſtandtheile vorgebildet im Blute enthalten, ſo müßten ſie ſich nach dieſer Operation im Körper vorfinden. Dies iſt aber nicht der Fall. Die Gallenbeſtandtheile werden demnach in der Leber ſelbſt aus dem Blute erzeugt. Ebenſo wird in geſunden Lebern Traubenzucker aus Stärkmehlkörnchen, die ſich in den Leberzellen finden, und einem Gährungsſtoffe erzeugt, welcher in denjenigen Zuſtänden, wo kein Zucker in der Leber ſich findet, durchaus mangelt. Es unterliegt keinem Zweifel und iſt durch die mannigfaltigſten Verſuche erhärtet, daß dieſer Leberzucker nicht von der Pfortader oder einem anderen Organe zugeführt wird, ſondern daß er ſich ſelbſtſtändig in der Leber erzeugt und aus dieſer durch die Lebervenen und das Herz in die Lungen geführt wird, wo er in dem Athmungsprozeſſe größtentheils wieder untergeht. Merkwürdig aber iſt es, daß dieſer Zucker, der ſonſt hauptſächlich nur in der Leber ſich findet, augenblicklich im Blute und im Harne erſcheint, ſobald gewiſſe krankhafte Veränderungen ſtattfinden. Man kennt bei dem Menſchen ſchon lange eine eigenthümliche Krankheitsform, die ſogenannte zuckerige Harnruhr (Diabetes mellitus), in welcher der in großen Mengen entleerte Urin nachweisbare Mengen von Zucker enthält. Dieſelbe Krankheit kann man bei Thieren erzeugen, indem man das Rückenmark in ſeinem oberen Theile oder das verlängerte Mark in der Rautengrube mit einem Stiche verletzt. Zwei bis vier Stunden nach der Verwundung erſcheint der Zucker im Harne und verſchwindet daraus, ſobald man den Uebergang von Galle in das Blut oder in den Darmkanal durch Unterbindung der Gefäße und des Gallenganges verhindert. Wahrſcheinlich entſtehen dieſe krankhaften Veränderungen, deren Urſache man ſich früher nicht enträthſeln konnte, durch vorübergehende oder dauernde Gefäßerweiterung der Leber, die als Folge der Nervenverletzung auftritt und den raſchen Uebertritt der Stoffe in das Blut nach ſich zieht. Wie ſchnell

dieſer geſchehen könne, lehren uns auch manche Krankheitserſcheinungen beim Menſchen, wie z. B. der Uebertritt von Gallenfarbſtoff ins Blut, oder mit anderen Worten das Auftreten von Gelbſucht nach heftigem Zorn oder Aerger, der in ähnlicher Weiſe auf das Centralnervenſyſtem zu wirken ſcheint, wie die Verletzung der Rautengrube.

Der lebhafte Stoffumſatz in der Leber wird noch durch andere Thatſachen bewieſen. Wir kennen eine ganze Claſſe von Giften aus dem Thier- und Pflanzenreiche, welche nur bei unmittelbarer Einführung in das Blut ſchnell tödtlich wirken, das Woorara, das berüchtigte Pfeilgift der Indianer, das Schlangengift*) ſind in dieſer Hinſicht bekannt genug. Schon ſeit langer Zeit wußte man, daß Viperngift z. B., wenn auch in bedeutender Menge in den Magen gebracht, dennoch von dieſem Orte aus durchaus keine Wirkung habe, während der Biß der Schlange, durch den eine weit geringere Menge dieſer Flüſſigkeit in das Blut eingeführt wird, ſelbſt den Tod verurſachen kann. In dieſer Eigenſchaft der genannten Gifte liegt auch die Urſache, daß das augenblickliche Ausſaugen eines Schlangenbiſſes, durch welches man das Gift entfernt, ehe es in den Blutſtrom übergeführt iſt, das ſicherſte Heilmittel und zugleich das ungefährlichſte für denjenigen iſt, der das Ausſaugen vornimmt. Ich entſinne mich, in Jugendſchriften, neuerdings vielleicht auch in Zeitungen, mehrere ſolche Fälle als Akte eines übermenſchlichen Heroismus und eines außerordentlichen Opfermuthes dargeſtellt geleſen zu haben; — eine Hilfeleiſtung dieſer Art iſt ſicherlich das wohlfeilſte Opfer, das man erfinden kann. Ja ein Menſch, der an einer Stelle gebiſſen wurde, wo er ſich ſelber das Blut ausſaugen kann (an

*) Vielſeitig iſt noch der Glaube verbreitet, daß die Schlangen ſtechen. Steht es ja doch geſchrieben: „Er wird der Schlange den Kopf zertreten, ſie aber wird ihn in die Ferſe ſtechen.“ Es giebt in Deutſchland nur eine giftige Schlange, die Kreuzotter oder Viper, die, wie alle übrigen Giftſchlangen, zwei in den Schläfen, alſo am Kopfe liegende Giftdrüſen hat, deren Saft durch zwei hohle Hakenzähne beim Biſſe in die Wunde fließt.

der Hand, am Vorderarm z. B.), kann ſich ſelber auf dieſe Weiſe die wirkſamſte Hilfe bringen, und er wird ſogar ohne Gefahr das Ausgeſogene hinabſchlucken können. Die genannten Gifte ſtehen in ähnlichem Verhältniſſe zu der Blutmaſſe, wie das Pepſin zur Milch, oder die Hefe zum Zucker; — ſie ſind Gährungsſtoffe, welche, wenn auch in kleiner Menge eingeführt, eine tödtliche Zerſetzung der ganzen Blutmaſſe bewirken. Werden ſie dagegen in den Magen gebracht, ſo gelangen ſie in das Blut der Pfortader, durch dieſe in die Leber, und in dem Capillarkreislaufe dieſes Organes werden ſie ſelber zerſetzt und umgewandelt, ſo daß ſie auf die Centren des Lebens, und namentlich auf das Nervenſyſtem, keine ſchädliche Wirkung mehr ausüben können. Man kann leicht nachweiſen, daß gerade der Durchgang durch die Leber es iſt, welcher dieſe Gifte zerſtört, ſo daß die Leber gewiſſermaßen als Wächter an dem Uebergange der im Darmkanal aufgenommenen Stoffe in den allgemeinen Blutkreislauf daſteht. Eine Auflöſung von Woorara-Gift in die Lungen geſpritzt tödtet ganz in derſelben Weiſe, wie wenn das Gift unmittelbar in die Blutmaſſe gebracht würde. Es wird in der Lunge von den Haargefäßen derſelben aufgeſaugt, und gelangt ſo in den großen Kreislauf und zu den Nervencentren, ohne durch die Leber hindurchgegangen zu ſein.

Verſuche an Fröſchen haben gezeigt, daß nach der Wegnahme der Leber die Ausathmung der Kohlenſäure aus dem Blute bedeutend verringert, die Zahl der farbloſen Blutkörperchen im Verhältniß zu den farbigen bedeutend vermehrt iſt, ſo daß alſo in der Leber ein bedeutender Umſatz ſtattfindet, wodurch die Verbrennung und die Weiterbildung der Blutelemente gefördert wird.

Doch kehren wir von dieſer Abſchweifung zu den im Darme enthaltenen Nahrungsmitteln und ihrem Schickſale zurück. Wir ſagten oben, daß außer der Galle noch eine zweite Flüſſigkeit in den unmittelbar hinter dem Magen gelegenen Darmtheil, den Zwölffingerdarm, ergoſſen werde. Dieſe Flüſſigkeit iſt der Bauchſpeichel, das Abſonderungsprodukt der Bauchſpeichel-

drüſe oder des Pancreas. Es iſt eine klare, waſſerhelle, klebrige Flüſſigkeit, die durch Kochen gerinnt und beſonders die Eigenſchaft hat, die Stärke in Dextrin und Zucker, ſowie die neutralen Fette in Fettſäuren umzuwandeln. Es unterliegt keinem Zweifel, daß der Zucker hauptſächlich ſchon in dem Zwölffingerdarme durch die vereinte Einwirkung von Galle und Bauchſpeichel in Milchſäure übergeführt wird, daß aus dieſer Milchſäure Butterſäure entſteht, und endlich ſo die Ueberführung der ſtärkemehlartigen Subſtanzen in Fett vollendet wird. Auf die Fette ſelbſt hat der Bauchſpeichel ganz dieſelbe Wirkung, wie die Galle, indem er eine Emulſion mit ihnen bereitet und dadurch ihre mechaniſche Ueberführung in das Blut vermittelt.

Bei dem weiteren Fortrücken der Nahrungsmittel durch den Darm wird nur noch der Darmſaft hinzugefügt, der ſtark alkaliſch iſt, aber nur in geringerer Menge abgeſondert wird und denſelben Einfluß auf den Stärkekleiſter erzeugt, welchen auch der Bauchſpeichel beſitzt. So wird denn nach und nach die ſaure Reaktion des durch Beimiſchung der Galle grünlich-gelb gewordenen Speiſebreies durch die Alkalien getilgt, ſo daß in dem unteren Theile des Darmes die alkaliſche Reaktion vorherrſcht. Die durch den Magenſaft aufgelöſten Blutbildner, wie Eiweiß, Faſerſtoff und Käſeſtoff, ſind in dem unteren Theile des Darmes längſt verſchwunden und aufgeſaugt, die ſtärkemehlartigen Stoffe größtentheils in Zucker, Milchſäure und Butterſäure verwandelt und als Fett übergeführt. Das freie Fett iſt ebenfalls nach und nach in die Blut- und Chylusmaſſe eingedrungen. Je näher der Speiſebrei dem Dickdarme kommt, deſto bräunlicher wird ſeine Farbe durch die Umänderung des Gallenfarbſtoffes, die von jenem eigenthümlichen Kothgeruche begleitet iſt, welche ſich weſentlich von dem eigentlichen Fäulnißgeruche unterſcheidet.

Aus der Analyſe der Excremente geht hervor, daß die unverdaulichen Stoffe der Nahrung, wie Horn, Holz, die Zellenwände der Pflanzen, mit den Reſten der Galle und dem Darmſchleim die Hauptmaſſe derſelben bilden, und daß nur außerordentlich wenig lösliche Stoffe ſich noch darin finden. Bei überſchüſſiger

Fleiſchnahrung ſieht man ſtets noch unvollſtändig aufgelöſte Muskelfaſern, Sehnenſtückchen nnd Fettzellgewebe; bei Pflanzennahrung findet man die aus Celluloſe oder Holzſtoff beſtehenden Formgebilde zwar unverändert wieder, aber ihres löslichen Inhaltes beraubt; bei überſchüſſiger Pflanzennahrung erhalten ſich beſonders die Stärkemehlkörner am längſten, ſo daß man z. B. nur ſelten das Stärkemehl nach Kartoffelnahrung in den Excrementen vermiſſen wird.

Betrachten wir den Verdauungsprozeß im Ganzen nach ſeinen Reſultaten, ſo iſt er eine chemiſche Operation des Organismus, welche die Aneignung der dem Körper tauglichen Subſtanzen aus den Nahrungsmitteln entweder durch einfache Aufſaugung, oder durch tief eingreifende Umſetzung zum Zwecke hat. Die Betrachtung der Nahrungsmittel, ihre Eigenſchaften in phyſiologiſcher Hinſicht und ihre Beziehungen zu dem Haushalte des menſchlichen Körpers ſind aber zu wichtig, als daß wir derſelben nicht einen beſonderen Brief widmen ſollten.

Vierter Brief.

Die Nahrungsmittel.

So lange bis den Bau der Welt
Philoſophie zuſammenhält,
Erhält ſie das Getriebe
Durch Hunger und durch Liebe,

ſagte der Dichter vor einem halben Jahrhundert von der Natur, und bis heute noch ſind die beiden Triebfedern, die er nannte, die einzigen, welche Leben und Bewegung in der geſammten thieriſchen Welt erhalten. Noch mächtiger aber wohl als der Trieb der Fortpflanzung, der mehr in individuellen Gränzen ſeine Macht übt, iſt derjenige der Selbſterhaltung, welcher unumſchränkt herrſcht, und einer jeden Thiergattung die Nahrung beſtimmt, welche ihrer Organiſation angepaßt iſt. Wir werden in der Folge ſehen, daß der thieriſche Körper beſtändig durch Athmung und Abſonderung bedeutenden Verluſt an Stoff erleidet, der erſetzt werden muß, wenn der Körper ſelbſt nicht zu Grunde gehen ſoll. Durch eigenthümliche Gefühle wird dem Bewußtſein der Mangel des Organismus und ſein Begehren nach friſcher Zufuhr von Nahrungsſtoffen kund gethan. Hunger und Durſt werden unter gewöhnlichen Verhältniſſen nur dann empfunden, wenn das Bedürfniß feſter oder flüſſiger Speiſe gefühlt wird. So gewöhnlich auch dieſe Empfindungen wiederkehren, ſo ſchwer iſt es, ſich klare Auskunft über ihre Entſtehung zu geben. Es fragt ſich, ob die Empfindung dieſer Bedürfniſſe an einzelne Organe geknüpft ſei, oder ob ſie dem noch dunklen Felde des Allgemeinbewußtſeins angehöre?

Es ist eine Thatsache, daß Appetit oder Hunger augenblicklich durch Aufnahme fester Stoffe in den Magen gestillt werden kann, und daß bei leerem Magen das Bedürfniß frischer Zufuhr gefühlt wird. Daß die Entstehung des Hungers demnach auf einem bestimmten Zustand des Magens beruhe, und von diesem Organe aus durch die Magennerven dem Bewußtsein klar werde, kann nicht geläugnet werden. In einem späteren Briefe werden wir sehen, welche Nerven des Organismus spezieller die Empfindungen und Bedürfnisse des Magens dem Gehirne zuleiten. Hier können wir nur darauf hindeuten, daß der Hunger nicht einfach auf dem Magen allein beruht, sondern daß auch das Gemeingefühl wesentlichen Antheil daran nimmt. Substanzen, welche nicht verdaut werden und dem Organismus keinen Stoff zur Aufnahme bieten, vermögen zwar durch Füllung des Magens augenblicklich, aber nicht auf längere Zeit hin das Gefühl des Hungers zu stillen. Thiere bieten alle Zeichen des Hungers, wenn sie mit Substanzen gefüttert werden, die zwar den Magen füllen, aber durch ihre Zusammensetzung nicht geeignet sind, das Leben des Organismus zu erhalten. Menschen, welchen durch eine im oberen Theile des Darmes befindliche Wunde der unverdaute Speisebrei sich entleerte, litten bei stets angefülltem Magen beständigen Hunger. Andererseits ist es aber auch die Leere des Magens allein nicht, welche das Hungergefühl bewirkt. Man hat Morgens unmittelbar nach dem Erwachen, wo der Magen gewiß durchaus leer ist, nur sehr geringen Appetit; zwei bis drei Stunden nach dem Essen ist bei gesunden kräftigen Menschen die Magenverdauung gänzlich beendet und der Magen vollkommen leer, während das Hungergefühl erst einige Stunden später eintritt. Dies Gefühl beruht demnach offenbar nicht auf dem Zustand des Magens allein, sondern auch auf dem Verhältnisse der eingeführten Nahrungsstoffe zu der gesammten Oekonomie des Körpers. Der lokale Zustand des Magens und die allgemeine Speisung der organischen Maschine durch Substanzen, welche ihren Verlust zu decken vermögen, dies sind die beiden Faktoren, welche bei Erzeugung dieses Gefühles zusammenwirken,

und je nach Verhältniß der Dinge in dem einen oder anderen Falle bedeutender hervortreten. Den einen dieser Faktoren, den lokalen Magenzustand, können wir leicht in seinen verschiedenen Phasen erforschen; das Gemeingefühl des Organismus hingegen beruht auf zu mannigfach wechselnden Grundlagen, wie auf der Mischung der gesammten Blutmasse, des Pfortaderblutes, des Chylus und der Lymphe und deren Wechselwirkung auf die Nerven, so daß eine genauere Analyse zur Zeit noch unmöglich ist.

In ähnlicher Weise zersplittert sich auch das Gefühl des Durstes. Mund- und Rachenhöhle spielen hier die Rolle des Magens; Durst wird jedesmal empfunden, sobald diese Theile trocken werden. Fieberkranke, Leute, die viel und stark athmen, oder durch Gewürze und Schärfen die Empfindlichkeit der Nerven der Schleimhaut steigern, fühlen so lange Durst, bis Mund- und Rachenhöhle in den gewöhnlichen Feuchtigkeitsgrad gebracht werden können. Sicherlich beruht auch die Thatsache, daß bei großer Hitze und Trockenheit der betreffenden Theile reines Wasser weniger den Durst löscht, als schleimige Getränke, auf dem einfachen Grunde, daß ersteres schnell verdunstet, während letztere die Feuchtigkeit länger zurückhalten. Allein wir wissen bei heftigeren Graden des Durstes eben so gut das Gefühl der Trockenheit im Munde von dem allgemeinen Bedürfnisse nach Flüssigkeit zu unterscheiden, als wir auf der anderen Seite Durst fühlen können, ohne daß unsere Mundhöhle gerade trocken ist. Wem ist es nicht schon bei anstrengenden Märschen im Sommer begegnet, daß er mit ausgedörrtem Gaumen und lechzender Zunge an einem Brunnen ankam, dort bis zu gänzlicher Sättigung und Anfüllung des Magens trank, und dennoch beim Verlassen der Quelle noch Durst empfand, der erst nach einiger Zeit verschwand, nachdem das in den Magen gebrachte Wasser aufgesaugt und in das Blut übergegangen war? Hunger und Durst sind demnach complexe Gefühle, wodurch der Organismus sein Bedürfniß nach Aufnahme von Stoffen kund giebt; die unmittelbare Empfindung derselben ist an bestimmte Organe, den Magen und die Mundhöhle, geknüpft, während das allgemeine

Bedürfniß wahrscheinlich durch die Wechselwirkung zwischen dem Inhalte der auffaugenden Gefäße und ihren Nerven bedingt wird.

Nicht jede Nahrung indessen ist für jedes Thier angemessen, die Einen leben nur von pflanzlicher, die Anderen nur von thierischer Kost, während Andere wieder aus beiden Naturreichen zugleich ihre Nahrung beziehen. Die Organisation eines jeden Thieres entspricht seiner Lebensweise und seiner Nahrung, und wenn auch die Gesetze der thierischen Bildung nicht in so enge Gränzen sich beschränken, als man zu glauben geneigt sein könnte, so ist doch im Allgemeinen die Uebereinstimmung eines jeden Organtheiles mit dem Plane des Ganzen so auffallend, und der Bau jedes Theiles so sehr dem Bau der übrigen Theile angepaßt, daß oft schon aus einem einzelnen Theile die Bestimmung des Ganzen erschlossen werden kann. Werfen wir einen Blick auf die dem Menschen näher stehenden Thiere, die Säugethiere, so sehen wir, daß besonders die Bewegungsorgane und die Zähne es sind, welche in engerer Beziehung zu einander stehen und darauf hindeuten, welche Nahrung dem Thiere angewiesen sei. Der Fleischfresser hat mehr oder minder spitze, dolch- oder messerartige Zähne mit schneidenden Kronen und senkrecht in einander passenden Kegelhöckern und Vertiefungen, zum Festhalten und Zerreißen der Beute; — der Pflanzenfresser dagegen zeigt derbe Zähne mit platten Kronen und vorspringenden Leisten, welche zum Zerreiben und Zermahlen der Nahrung geeignet sind. Den Zähnen nach ist der Mensch auf Benutzung beider Naturreiche angewiesen, sein Gebiß nähert sich dem der Früchte fressenden Affen einerseits, der Alles fressenden Schweine anderseits, und die Erfahrung hat schon längst bestätigt, daß eine zweckmäßige Mischung pflanzlicher und thierischer Kost den wesentlichsten Einfluß auf die Beförderung des leiblichen Wohles ausübe und der Zweck einer jeden vernünftigen Ernährungsweise sein müsse. Wir werden in dem Verlaufe sehen, daß namentlich in kälteren Zonen mehr Fleischnahrung, in wärmeren mehr Pflanzennahrung vorherrscht, daß aber die ausschließliche Pflanzenkost im Allgemeinen dem Individuum eine bedeutend größere

Verdauungsarbeit bei verhältnißmäßig geringerer Ausbeute aufbürdet.

Die Kluft, welche nach früheren Anſichten thieriſche und pflanzliche Nahrung trennte, iſt indeß bei weitem ſo groß nicht, als man ſich gewöhnlich vorſtellt. In rein chemiſcher Beziehung laſſen ſich zwar bedeutende Unterſchiede finden, die aber im Laufe der Verdauung auf rein quantitative Beziehungen reducirt werden. So lange man freilich glaubte, der Stickſtoff ſei dem Pflanzenreiche faſt durchaus fremd und für die thieriſchen Subſtanzen charakteriſtiſch, ſo lange konnte man auch von einer gänzlichen Verſchiedenheit überzeugt ſein, und von thieriſcher Nahrung als von Stickſtoffnahrung, von Pflanzennahrung aber als von ſtickſtoffloſer Nahrung reden; — jetzt aber, wo man nachgewieſen hat, daß alle Pflanzen Stickſtoff enthalten, und zwar jene eigenthümlichen ſtickſtoffhaltigen Körper, die wir unter dem Namen Blutbildner bezeichnen: jetzt ſteht nur noch der empiriſche Satz feſt, daß thieriſche Koſt ſtickſtoffreicher iſt, als pflanzliche. Wir eſſen kein Fleiſch, welches nicht Fett, mithin eine ſtickſtofloſe Subſtanz enthielte; wir verzehren kein pflanzliches Produkt, ohne eine geringe Menge pflanzlichen Faſerſtoffes und Eiweißes aufzunehmen. Der Unterſchied zwiſchen pflanzlicher und thieriſcher Nahrung beſteht demnach hauptſächlich darin, daß in letzterer die blutbildenden ſtickſtoffreichen Verbindungen, in erſterer die kohlenſtoffhaltigen, ſtickſtofloſen Subſtanzen überwiegen.

Der chemiſchen Zuſammenſetzung der Stoffe nach, welche wir in den Nahrungsmitteln erhalten, kann man mehrere Gruppen unterſcheiden, die in ihrer Beziehung zu den Organen des Körpers äußerſt verſchieden ſind. Da in dem Organismus kein chemiſcher Grundſtoff bereitet werden kann, überhaupt eine Erzeugung von Stoff im Organismus ganz unmöglich iſt, ſo müſſen alle diejenigen Beſtandtheile, aus welchen der Körper ſich aufbaut, demſelben von Außen zugeführt, alle Ausgaben durch Einnahmen von Außen her erſetzt werden. Die Thätigkeit des lebenden Organismus muß ſich nothwendiger Weiſe auf die

Umsetzung und verschiedenartige Combinirung der eingeführten Grundstoffe beschränken.

Eine Neuerzeugung von Materie findet in dem Körper eben so wenig Statt, als sonst irgendwo in der Welt. In vielen Köpfen spukt freilich noch die Ansicht, als könne der Organismus Stoffe erzeugen, als könne er Eisen, Kali, Kalk oder sonst irgend einen chemischen Grundstoff aus dem Nichts schaffen. Man kann jetzt dreist behaupten, daß nur die Unwissenheit, die nicht sehen und hören will, Vorstellungen dieser Art mehr oder minder klar ausgeprägt hegen kann, Vorstellungen, die sich darauf stützen, daß diese Grundstoffe in anderer Form dem Organismus zugeführt und in diesem in eine neue Gestalt umgeprägt werden. Wir müssen demnach alles dasjenige, was in der Zusammensetzung des Organismus aufgefunden und aus demselben durch den Stoffverbrauch ausgeführt wird, wieder ersetzen, und wir können diejenigen Stoffe, welche zu diesem Ersatze dienen, als Nahrungsmittel im weitesten Sinne des Wortes bezeichnen. So gehören denn ebenso das Wasser und die unorganischen Bestandtheile, wie die eiweißartigen und stickstofflosen Stoffe, zu den nothwendigen Nahrungsmitteln, ohne deren Einführung der Organismus zu Grunde gehen würde. Daß alle diese Stoffe, diese Nahrungsmittel im weitesten Sinne des Wortes, nöthig seien, geht leicht aus dem Wesen des lebenden Organismus hervor. Hier ist nichts stabil; es ist keine Ernährung denkbar ohne Zerstörung auf der einen Seite und Bauen auf der anderen; das gebildete Muskelfleisch, die vorhandene Faser sind nicht zu ewiger Dauer bestimmt, sondern werden stets wieder zerstört und neu gebildet. Diesen ewigen Umschwung, diesen steten Wechsel der Materie hat schon das Volk sehr wohl begriffen, wenn es einfach behauptet: der Mensch erneuere sich alle sieben Jahre gänzlich; — die Physiologen sind freilich noch nicht so weit gekommen, den Zeitpunkt mit völliger Sicherheit bestimmen zu können, finden aber doch weit geringere Zeiträume für diese Erneuerung.

Die ſtickſtoffhaltigen Subſtanzen, welche wir mit dem Namen der eiweißartigen Stoffe oder Blutbildner bezeichneten, und von denen wir in dem Blute ſelbſt drei Haupttypen : den Faſerſtoff, das Globulin und das Eiweiß, erkannten, ſind namentlich in den thieriſchen Körpern in größter Menge angehäuft. Alle Organe des Körpers ohne Ausnahme ſind mit eiweißhaltigem Waſſer, das unmittelbar aus der Blutflüſſigkeit herkommt, durchtränkt. In den meiſten Organen findet ſich auch noch mehr oder minder geronnenes Eiweiß, wie namentlich im Gehirne und den Nerven. Die große Maſſe des Muskelfleiſches der Thiere beſteht aus Faſerſtoff, der freilich nicht ganz dieſelben Eigenſchaften zeigt, wie der Faſerſtoff des Blutes; auch die Hornſtoffe und die leimgebenden Gebilde haben einige Aehnlichkeit mit den Eiweißſtoffen und ſind ohne Zweifel durch Umbildung aus ihnen hervorgegangen. Man ſieht demnach, daß der Körper in ſeinen weſentlichſten Theilen und ſeiner großen Maſſe nach aus dieſen Stoffen zuſammengeſetzt iſt, und daß die Zufuhr derſelben die erſte und weſentlichſte Grundbedingung einer zweckmäßigen Nahrung ſein muß. Blut und Fleiſch der Thiere bieten die unmittelbare Regeneration dieſer Stoffe dar. Es giebt aber außerdem noch eine Menge von Nahrungsmitteln, welche ſolche eiweißartige Stoffe in bedeutender Quantität enthalten. So ſehen wir in den Eiern das Eiweiß, in der Milch den Käſeſtoff als weſentlich eiweißſtoffigen Beſtandtheil, und in den meiſten Pflanzen, ja man kann ſagen in jedem lebensthätigen Pflanzentheile, finden wir ſolche Beſtandtheile in größerer oder geringerer Menge. Das Pflanzeneiweiß zeigt ſich in löslichem Zuſtande in allen Pflanzenſäften, wenn auch nur in geringer Quantität. In dem Samen der Gräſer, im Getreide, findet ſich eine verwandte Subſtanz, die man den Kleber genannt hat. Aus dem Waizenmehle, in dem dieſer Stoff am reichlichſten vorhanden iſt, erhält man ihn einfach dadurch, daß man das Mehl in einem Beutel von grober Leinwand unter beſtändigem Waſſeraufgießen ſo lange knetet und verarbeitet, bis das abfließende Waſſer kein Stärkemehl mehr mit ſich führt. In den Samen der Hülſenfrüchte, der Erbſen,

Bohnen und Linsen, existirt eine bedeutende Quantität eines eigenthümlichen Stoffes, den man mit dem Namen Legumin oder Erbsenstoff belegt hat. In dem Dotter der Hühnereier wurde der sogenannte Dotterstoff nachgewiesen, der Schwefel und Phosphor enthält und ebenfalls dem Eiweiße in seinen chemischen Eigenschaften sehr nahe steht. Es unterliegt keinem Zweifel, daß alle diese Stoffe durch die chemische Thätigkeit der verschiedenen Organismen ineinander übergeführt werden können, daß z. B. Säuglinge, die in der Muttermilch nur Käsestoff erhalten, aus demselben den Faserstoff ihres Blutes und ihrer Muskeln, das Eiweiß ihrer Organe, das Globulin ihrer Blutkügelchen bereiten, und daß anderseits eine säugende Frau, die sich nur von Brod und anderen pflanzlichen Mitteln nährt, aus diesen Stoffen nicht nur Blut und Fleisch ihres eigenen Körpers, sondern auch den Käsestoff ihrer Milch bereitet.

Eine zweite Klasse von Nahrungsstoffen bieten die stickstofflosen Substanzen, die Fette und Fettbildner. Wir kennen im thierischen Organismus von stickstofflosen Substanzen eigentlich nur die Fettarten. Man hat sich gewöhnt, dieselben als etwas Wandelbares zu betrachten, und, verleitet durch die bei verschiedenen Individuen so äußerst verschiedene Fettanhäufung im Zellgewebe, zwischen den Muskeln und Eingeweiden, hat man das Fett nur als eine Art nicht nöthiger Zugabe betrachten wollen. Zum Theil hat dies seine Richtigkeit; — aber auch nur zum Theil, denn Fett gehört eben so nothwendig zur Zusammensetzung fast aller Formelemente, die wir im Körper finden, als Faserstoff und Eiweiß. Das Gehirn und die Nervensubstanz, das Drüsengewebe, selbst das Muskelfleisch und die Haut; — alle Gewebe fast ohne Ausnahme enthalten eine gewisse, mehr oder minder große Menge Fett als nothwendigen Bestandtheil, der selbst bei dem Hungertode nicht verschwindet und zu Ausübung der Funktionen unumgänglich nöthig ist. Daß dieses nothwendige Fett denselben Gesetzen der Ernährung unterliegen müsse, wie die stickstoffhaltigen Bestandtheile, kann keinem Zweifel unterliegen; daß demnach die Speisen ebenfalls Fett oder in Fett

wandelbare Stoffe liefern müſſen, iſt ein nothwendiges Bedürfniß der Exiſtenz des Organismus. Allein dieſer nimmt mehr, als er unumgänglich nöthig hat, von dieſen Stoffen auf, er überſättigt ſich damit, er ſetzt ſie in den Zwiſchenräumen des Zellgewebes in Form von Fett ab, um ſie zu allenfallſigem Gebrauche bereit zu halten.

Eine bedeutende Menge des in dem Organismus abgelagerten Fettes wird ohne Zweifel ſchon als Fett mit der Nahrung ſelbſt eingeführt. Die fleiſchfreſſenden Thiere erhalten Fett unmittelbar in ihrer Nahrung, und zwar meiſtens noch im Ueberſchuſſe, da im Allgemeinen die grasfreſſenden Thiere, welche ihnen zur Beute dienen, durch reichliche Fettentwicklung ſich auszeichnen. In dem Pflanzenreiche ſind es hauptſächlich die Samen, welche eine bedeutende Menge von Fett enthalten, und viele Pflanzen, wie Mohn, Lein, Oliven, Seſam, Reps, werden lediglich des Oelgehaltes ihrer Früchte und Samen wegen angebaut. Auch die gewöhnlichen Gräſer und grünen Pflanzentheile enthalten eine geringe Quantität von Fett, die aber nicht hinreicht, um die Fettentwicklung in vielen pflanzenfreſſenden Thieren zu erklären. Man fragte ſich alſo, woher dieſes Fett, welches namentlich bei der Mäſtung in ſo großer Quantität erzeugt und im Körper der gemäſteten Thiere abgeſetzt wird, ſtammen könne?

Ich berühre hier den heftigen Streit, welcher vor nicht langer Zeit zwiſchen Frankreichs und Deutſchlands chemiſchen Koryphäen geführt wurde und wo endlich, nach hartem Kampfe, das linke Rheinufer ſich überwunden erklären mußte. Die Einen, auf die Thatſache fußend, daß die ſtickſtoffhaltigen Subſtanzen, welche wir in unſerer Nahrung einnehmen, nur dann wirklich ernährend und Verluſte erſetzend ſich zeigen, wenn ſie in ihrer Zuſammenſetzung den im Körper vorhandenen Stickſtoffverbindungen ähnlich ſind; — Thatſache, welche von beiden Partheien als begründet anerkannt wurde; — die Einen, ſagte ich, dehnten dieſe Thatſache zum allgemeinen Geſetz aus und behaupteten, der thieriſche Organismus ſchaffe in der Verdauung überhaupt gar nichts um; er bewirke keine neuen Verbindungen, ſondern ziehe die ihm

nothwendigen Stoffe aus den Nahrungsmitteln nur aus und gebe ihnen die passende Form. Das Pflanzenreich, behaupteten sie, sei das große Laboratorium der organischen Verbindungen im Allgemeinen; in den Pflanzenzellen würden der Faserstoff, das Eiweiß, die Fette, kurz alle thierischen Bestandtheile bereitet und auf diese Weise den pflanzenfressenden Thieren fertig geboten, welche durch ihre Verdauung diese Stoffe nur auszögen und in ihrem Organismus verwendeten. Auch das Fett, welches in der Mast befindliche Thiere ansetzten, werde nicht von ihnen aus anderen Stoffen bereitet, sondern sei schon in den gebotenen Nahrungsmitteln als fettähnlicher Stoff (meist Pflanzenwachs) angehäuft. Zum Beweise dieser Ansicht lieferte man neue Analysen der Pflanzennahrung, des Wälschkorns, Heues u. a. m., und wies in der That eine größere Quantität fettiger Stoffe in diesen Materien nach, als man bisher angenommen hatte. Derjenige deutsche Chemiker indeß, welcher zuerst die Behauptung aufgestellt hatte, daß der Thierorganismus in der That aus Zucker, Stärkemehl und anderen stickstofflosen Substanzen Fett bereiten könne, und sich dabei namentlich auf bekannte Erfahrungen über die Wachserzeugung der Bienen und auf das Mästen der Thiere im Allgemeinen berufen hatte, wies einfach nach, daß die Exkremente einer milchenden Kuh eben so viel Pflanzenwachs enthielten, als sie in der Nahrung bekam, und dadurch war auch seine Behauptung bewiesen. Jetzt, wo die französischen Chemiker sich durch eigene Versuche überzeugt haben, daß die Bienen wirklich in ihrem Inneren den Zucker in Wachs verwandeln; jetzt, wo ein unpartheiischer, im Elsaße wohnender Beobachter nachgewiesen hat, daß die Gänse in der That aus dem Stärkemehl und Zucker des Wälschkorns, die Schweine aus dem Stärkemehl der Kartoffeln Fett bereiten; jetzt kann kein Zweifel mehr über die Thatsache sein, daß der Organismus zum Theil sich seine Stoffe und namentlich das Fett aus anderen ihm dargebotenen Verbindungen schafft, welche man deshalb auch die Fettbildner genannt hat und zu welchen man besonders Stärkemehl, Stärkegummi (Dextrin) und Zucker in seinen verschiedenen Modifikationen zählt.

Die Umwandlung dieſer Stoffe in Fett geſchieht nicht unmittelbar, ſondern ſcheint nur durch Gegenwart von Fett eingeleitet zu werden. Schweine, mit fettloſen, aber ſtärkemehlhaltigen Subſtanzen gefüttert, werden nicht fett; Enten, denen man fettloſen Reis zur Nahrung giebt, bleiben mager wie zuvor. Fügt man aber eine kleine Quantität Fett zur Nahrung zu, ſo wird nicht nur dieſe aufgenommen, ſondern auch das Stärkemehl ſelbſt in Fett umgewandelt und dieſes in großer Menge in dem thieriſchen Körper abgeſetzt. Bienen mit reinem Zucker genährt bilden kein Wachs; wird ihnen aber Honig gereicht, in welchem ſich eine höchſt kleine Menge Wachs findet, ſo erzeugen ſie Wachs in bedeutender Quantität. Es ſcheint demnach, als ob die geringen Quantitäten von Fett, die man ſtärkemehlhaltigen Subſtanzen in der Nahrung beimiſcht, wie eine Art Hefe wirken, wodurch der Umſatz des Fettbildners bedingt wird, ſo daß alſo unſere gewöhnliche Kochkunſt, welche ſtärkemehlhaltige Nahrung, wie Kartoffeln, Brod ꝛc. nicht ohne Fett und Schmalz verzehrt, vollkommene rationelle Begründung für ihre alte Empirie findet.

Die Entwicklung der ölhaltigen Pflanzenſamen mußte ſchon darauf hinweiſen, daß durch den Vegetationsprozeß das Stärkemehl in Fett überzeführt werden kann. Alle dieſe Samen enthalten in ihrem Jugendzuſtande, bevor ſie vollſtändig entwickelt ſind, eine bedeutende Menge von Stärkemehl, das allmählich verſchwindet und durch Oel erſetzt wird. Da dieſe Umwandlung nur durch Verluſt von Sauerſtoff erklärt werden kann, indem das Fett weit weniger Sauerſtoff enthält, als das Stärkemehl, ſo iſt es gewiß nicht ohne Bedeutung, daß die fett- und wachsartigen Stoffe bei den Pflanzen am meiſten in den äußeren Schichten nahe an der Oberfläche liegen, die bekanntlich unter dem Einfluſſe des Sonnenlichtes Sauerſtoffgas ausſcheidet.

Die Fettbildner, welche, wie aus dem Obigen hervorgeht, in dem thieriſchen Organismus in Fett übergeführt werden, ſind in den Pflanzen ganz allgemein verbreitet. Der Stoff, aus dem die jugendlichen Pflanzenzellen beſtehen, das Stärkemehl, welches hauptſächlich in denjenigen Pflanzentheilen überreichlich angehäuft iſt, die

dem Lichte nicht ausgesetzt sind, und das mehrere Abarten zeigt, das Dextrin, welches durch die Einwirkung von Diastase, einem eigenthümlichen Gährungsstoffe, aus Zellstoff und Stärkemehl hervorgeht: alle diese Substanzen bilden eine eigenthümliche Reihe von Körpern, die keinen Stickstoff enthalten und die durch fortgesetzte Einwirkung der Gährungsstoffe in Zucker übergeführt werden. Die verschiedenen Zuckerarten, von welchen der Trauben- oder Krümelzucker der am weitesten verbreitete ist, bilden gewissermaßen das Ziel der Umwandlungen, die in dem pflanzlichen Organismus durch Einwirkung der Gährungsstoffe und der Pflanzensäuren auf das Stärkemehl hervorgebracht werden. Der Zucker selbst aber ist ein höchst unbeständiger Stoff, der, wie wir oben gesehen haben, im Darmkanale in Milchsäure und dann in Buttersäure übergeführt wird. In welcher Weise diese Buttersäure in neutrales Fett übergeht, dies nachzuweisen wird vielleicht einer späteren Zeit gelingen.

Man hat hinsichtlich des Gehaltes der Nahrungsmittel an eiweißartigen Stoffen, Fett und Fettbildnern Tabellen entworfen, welche den Werth der einzelnen Nahrungsmittel in Beziehung auf den Gehalt dieser Stoffe übersichtlich darstellen. Wir geben hier eine solche, in welcher wir zu dem Gehalte dieser verschiedenen Bestandtheile in tausend Theilen auch noch den Gehalt an Wasser hinzugefügt haben. Es ist klar, daß dieser vor allem in Berücksichtigung gezogen werden muß, wenn man den Nutzeffekt eines Nahrungsmittels erwägen will, und daß er vorzugsweise bei der Frage des Transportes in Betracht kommt — eine Frage, die bei den so enorm gesteigerten Beziehungen zwischen einzelnen Ländern bedeutend in das Gewicht fällt. Der Wassergehalt ist es, welcher einzelne Nahrungsmittel an die Scholle bindet, andere dagegen vorzugsweise zum Transporte eignet, abgesehen von der Zersetzbarkeit der Stoffe. Wer tausend Centner Reis transportirt, zahlt nur für 92 Centner Wasser Fracht — wer aber tausend Centner Kartoffeln verlädt, befrachtet sein Fahrzeug mit 727 Centnern Wasser. Mit weißen Rüben auf dem Felde kann man allenfalls einen Tag hindurch seinen Hunger täuschen, nicht aber sich nähren, so viel Wasser enthalten sie.

Ueberſicht der Nahrungsmittel nach ihrem Gehalte in 1000 Theilen.

Thieriſche Nahrungsmittel.	Waſſer.	Eiweißartige Körper.	Fett.	Fettbildner.
1. Käſe	368,59	334,65	242,63	—
2. Hühnerei-Dotter	523,83	163,62	291,58	—
3. Schweinespeck, friſch	659,50	127,30	117,70	—
4. Ochſenleber	702,80	136,40	35,85	—
5. Schweinefleiſch	706,65	171,27	57,31	—
6. Entenfleiſch	716,89	203,39	25,27	—
7. Hammelfleiſch	727,00	220,00	27,49	—
8. Kalbsleber	728,00	129,40	23,90	—
9. Ochſenfleiſch	733,93	174,63	28,69	—
10. Kalbfleiſch	737,54	166,33	25,56	—
11. Taubenfleiſch	743,33	209,35	10,00	—
12. Kuhfleiſch	751,75	187,83	19,00	—
13. Ochſenhirn	754,50	80,39	165,00	—
14. Hühnerfleiſch	762,19	196,29	14,23	—
15. Lachs	768,69	153,02	47,88	—
16. Scholle	770,87	139,95	11,15	—
17. Hecht	775,30	nicht beſtimmt	6,00	—
18. Karpfen	785,41	136,6	28,37	—
19. Schellfiſch	805,34	129,18	3,77	—
20. Eiweiß	841,04	117,60	—	—
21. Kuhmilch	857,05	54,04	43,05	40,37
22. Ziegenmilch	863,58	46,59	43,57	40,04
23. Frauenmilch	885,66	28,11	35,64	48,17
24. Knochenmark	30,00	10,00	960,00	—
Pflanzl. Nahrungsmittel.				
1. Reis	92,04	50,69	7,55	834,53
2. Hafer	108,81	90,43	39,90	618,43
3. Linſen	113,18	264,94	24,01	559,05
4. Mais	120,14	79,14	48,37	679,45
5. Waizenmehl	124,81	127,07	12,24	723,93
6. Waizen	129,94	135,37	18,54	663,80
7. Roggen	138,73	107,49	21,09	668,45
8. Gerſte	144,82	122,65	26,31	582,19
9. Erbſen	145,04	223,52	19,66	526,63
10. Buchwaizen	146,31	77,77	1,02	507,28
11. Gedörrte Zwetſchen	292,66	nicht beſtimmt	nicht beſtimmt	nicht beſtimmt
12. Waizenbrod	431,91	89,88	18,54	470,05
13. Roggenbrod	447,67	nicht beſtimmt	—	399,42
14. Kaſtanien	537,14	44,61	8,73	356,51
15. Kartoffeln	727,46	13,23	1,56	173,30
16. Zwetſchen	801,10	8,75		
17. Trauben	802,13	7,40		
18. Aprikoſen	816,92	6,32	nicht beſtimmt	
19. Aepfel	821,33	3,91		
20. Birnen	832,38	2,35		
21. Gelbe Rüben	853,09	15,48	2,47	83,79
22. Weiße Rüben	922,85	14,20	—	—
23. Gurken	971,40	1,30	—	20,00

In dem Zell- und Bindegewebe, welches Fleiſch und ſonſtige thieriſche Nahrungsmittel in reichlichem Maße umhüllt, in den Knochen und Knorpeln wird unſerem Körper eine ziemlich bedeutende Menge von Subſtanzen zugeführt, welche bei längerem Kochen Leim geben. Bei manchen zum Theil geſchätzten Nahrungsmitteln, wie z. B. Schweinsfüßen, Kalbsohren und den verſchiedenen Gelées bildet ſogar dieſer thieriſche Leim die Hauptmaſſe. Offenbar gehen dieſe leimgebenden Subſtanzen aus der Umwandlung der Blutbildner hervor und es iſt zugleich höchſt wahrſcheinlich, daß ſie im Körper wieder in Eiweiß oder Faſerſtoff zurückgewandelt werden können. Während Hunde von Gelatine, die eine mißverſtandene ſparſame Philanthropie einſt als Nahrungsmittel einführen wollte, ihr Leben nicht friſten konnten, gediehen ſie bei einer Fütterung mit friſchen Knochen ganz vortrefflich, obgleich die thieriſche Grundlage der Knochen nur aus leimgebender Subſtanz beſteht. Da aber Knochen niemals ſo ſauber geputzt werden können, daß nicht Fleiſchreſte, Blut und Mark an ihnen haften blieben, ſo darf man aus der Thatſache wohl den Schluß ziehen, daß zwar die leimgebenden Subſtanzen für ſich allein nicht als Nahrung benutzt werden können, daß ſie aber in ähnlichem Verhältniſſe zu dem Organismus ſtehen, wie die Fettbildner und nur dann in eiweißartige Stoffe umgewandelt werden, wenn eine gewiſſe Quantität derſelben der Nahrung beigeſellt iſt und als Gährungsſtoff zur Umwandlung der leimgebenden Subſtanzen dient.

Schon oben deuteten wir darauf hin, daß auch die anorganiſchen Beſtandtheile, die unſer Körper enthält, durch die Nahrungsmittel zugeführt werden müſſen, da dieſe Beſtandtheile nicht minder, wie die organiſchen, für den Organismus und die Forterhaltung ſeines Lebens weſentlich ſind. Unſere Knochen enthalten eine große Menge erdiger Beſtandtheile, namentlich phosphorſauren Kalk; unſer Blut Eiſen und eine Menge alkaliſcher Salze; alle unſere Sekretionen: Harn, Galle ꝛc. enthalten eine beſtimmte Quantität feuerbeſtändiger Salze, welche man meiſt durch Verbrennung als Aſche beſtimmt. Alle dieſe

Salze kann der Organismus nicht erschaffen, sie müssen ihm in der Nahrung geboten werden. Mit dem gewöhnlichen Trink- und Kochwasser schon nehmen wir eine gewisse Menge von Salzen, wie z. B. kohlensauren Kalk, Gyps ꝛc. zu uns. Der Gebrauch des Kochsalzes ist keine Zufälligkeit, sondern tief in den Ernährungsgesetzen unseres Körpers begründet; in der Blutflüssigkeit wie in dem Knorpel ist eine bedeutende Menge von Kochsalz enthalten. Bei der Gegenwart von Kochsalz im Magensafte geht die Verdauung weit schneller und vollständiger vor sich; ohne Salzsäure ist sie nur äußerst unvollständig. Es ist jedem Landwirthe bekannt, daß Hühner nur schlecht und wenig Eier legen, wenn man sie verhindert, den Kalk an den Mauern zu picken; sie bedürfen dieses Kalkes zur Construktion der Eierschalen. Ein Kind, welches sein Skelett baut, bedarf einer bedeutenderen Menge phosphorsaurer Kalkerde, als ein Erwachsener, und die Thatsache, daß scrophulöse und rachitische Kinder gerne Erde und Kalk essen, findet ganz einfach in dem Umstande seine Erklärung, daß die Absonderungen dieser Kinder eine bedeutende Menge von Kalksalzen enthalten, und sie demnach das Bedürfniß fühlen, diesem Abgange entgegen zu arbeiten.

Soll demnach die Kost wirklich nährend für den Organismus sein, so müssen sich darin, vom chemischen Standpunkte aus, drei Bedingungen verwirklichen: die gebotenen Substanzen müssen Blutbildner zur Ernährung der stickstoffhaltigen, Fett oder in Fett wandelbare Stoffe zum Ersatz der stickstofflosen Körperbestandtheile, und eine angemessene Menge der im Körper vorkommenden anorganischen Verbindungen, Wasser und Salze enthalten. Länger fortgesetzte Entbehrung einer jeden Bedingung tödtet unausbleiblich den Organismus, der sich selbst zerstört, um seinen Ausgaben zu genügen. Indeß erfolgt der Tod bei ausschließlicher Ernährung mit einer oder der anderen Klasse von nothwendigen Stoffen nicht in derselben Zeit. Eine Ernährung, in welcher die Blutbildner fehlen, ist fast mit völligem Hungern gleichzusetzen; Hunde, welche man mit reinem Zucker, Stärke, Oel, Butter oder Gummi fütterte, starben fast zu derselben Zeit,

wie andere, welche nur reines Waſſer erhielten und auf dieſe Weiſe den Hungertod ſtarben. Clouet verſuchte ſich nur mit Kartoffeln, die ſehr wenig Eiweiß enthalten, und Waſſer zu ernähren; nach einem Monate hatte er ſo ſehr abgenommen, daß die weitere Fortſetzung dieſer unzweckmäßigen Ernährung mit Lebensgefahr verbunden geweſen wäre. Fütterung mit reinen Blutbildnern, Faſerſtoff oder Eiweiß, erhielt das Leben zwar länger, allein auch nicht auf die Dauer, und es iſt leicht einzuſehen, daß dieſe längere Erhaltung auf dem Umſtande beruht, daß jeder thieriſche Organismus eine gewiſſe Menge überflüſſigen Fettes, gleichſam als Reſerve, bewahrt, wovon er in geeignetem Falle Gebrauch machen kann. Verſuche über Fütterung mit Subſtanzen, welche keine unorganiſchen Salze lieferten, hat man bis jetzt nur an Vögeln angeſtellt; die Thiere ſtarben erſt nach verhältnißmäßig langer Zeit, und bei der Sektion fanden ſich ihre Knochen erweicht, verdünnt, durchlöchert, ihrer erdigen Beſtandtheile theilweiſe beraubt. Mangel an Waſſer tödtet in kürzeſter Zeit unter den heftigſten Erſcheinungen.

Die chemiſche Zuſammenſetzung der Nahrungsmittel, ihr Gehalt an Blutbildnern, Fett, Waſſer und anorganiſchen Salzen reicht aber noch nicht hin, die Stoffe zum Genuſſe tauglich zu machen; ein weſentliches Erforderniß iſt noch, daß die Form, in welcher ſie geboten werden, auch den Verdauungskräften angemeſſen ſei. Auf Erzielung dieſer leichteren Auflöslichkeit der Nahrungsſtoffe ſind jene vorgängigen chemiſchen Operationen gerichtet, welche wir unter dem Namen der Kochkünſt begreifen. Theils durch die Zerkleinerung und zweckmäßige Miſchung, theils durch Einwirkung der Wärme bringen wir unſere Speiſen in einen Zuſtand, wo die Verdauungskräfte in weiteſter Ausdehnung auf ſie wirken können, und je nachdem ſchon die organiſche Subſtanz an und für ſich leichter oder ſchwerer durch die Verdauungsflüſſigkeiten auflösbar iſt, unterſcheiden wir leicht oder ſchwer verdauliche Speiſen. Es unterliegt keinem Zweifel, daß auch dieſe Verhältniſſe nach genauen chemiſchen Analyſen der in Betracht kommenden Agentien klar gemacht werden können; allein

einerseits stehen unsere Kenntnisse der Zusammensetzung der Nahrungsmittel noch nicht auf der nöthigen Stufe der Vollendung, während anderseits die Verdauungsflüssigkeit individuelle Abweichungen zeigen kann und zeigt, deren Gränzen wir noch nicht kennen. Ja selbst bei durchaus ähnlichen Stoffen treten Verhältnisse ein, die durch die heutige Chemie noch nicht enträthselt werden können. Ochsenfleisch und Kalbfleisch zeigen keine wesentlich verschiedene chemische Zusammensetzung, und dennoch ist das eine weit leichter verdaulich, als das andere. Da alle eiweißähnlichen Substanzen zweierlei Modifikationen, eine lösliche und unlösliche, zeigen, und überhaupt alle organischen Körper, die als Nahrung dienen, sich so leicht umwandeln, so ist es erklärlich, daß solche Verschiedenheiten in der Löslichkeit sonst gleichwerthiger Substanzen vorkommen können.

Die Kenntniß der Nahrungsmittel von diesem Gesichtspunkte aus ist aber von der höchsten praktischen Wichtigkeit, und von alten Zeiten her hat man schon auf verschiedenen Wegen zu solcher Kenntniß zu kommen gesucht. Der Erbsenbrei und das Pöckelfleisch, die einen Matrosen trefflich nähren, würden einen am Nervenfieber oder Schwäche des Magens leidenden Kranken ohne Weiteres tödten. Ein Jeder zwar kennt mehr oder weniger aus Erfahrung, was ihm zusagt und was nicht; aus der Vergleichung dieser Erfahrung sind allgemeine Regeln der Diät hervorgegangen, welche überall so ziemlich dieselben sind. Versuche von wirklich wissenschaftlichem Werthe über diese Frage sind aber erst in neuester Zeit gemacht worden, und vielleicht, daß sich auf die eine oder andere Weise Gelegenheit bietet, sie zu vervollständigen.

Ein canadischer Arzt hatte zu seiner Disposition einen Jäger, dem in Folge einer bedeutenden Schußwunde eine Oeffnung im Magen zurückgeblieben war, durch welche man sich über alle Vorgänge in diesem Organe leicht Auskunft verschaffen konnte. Sobald der Mann eine Mahlzeit zu sich genommen hatte, wurden die Fortschritte der Verdauung beobachtet und der Zeitpunkt bestimmt, wo die Umwandlung in Speisebrei vollendet war. An-

dere Beobachter benutzten die Fähigkeit, sich willkürlich zu erbrechen, um die genossenen Nahrungsmittel von Zeit zu Zeit wieder heraufzubefördern, und den Fortschritt ihrer Umwandlung zu constatiren. Da indeß die Mengen der genossenen Nahrungsmittel bei diesen Versuchen nie bestimmt wurden, die mechanische Auflösung und Zertheilung z. B. der Fette mit der chemischen Auflösung vielfach verwechselt und endlich der Austritt der Stoffe aus dem Magen in den Darm als gleichbedeutend mit der geschehenen Verdauung angesehen wurde, was doch, wie wir oben gesehen haben, durchaus nicht der Fall ist, so haben die Versuche dieser Art nur einen geringen wissenschaftlichen Werth. Später ergab sich in Dorpat ein dem canadischen Jäger ähnlicher Fall einer Magenverwundung, die mit Zurücklassung einer Oeffnung nach Außen geheilt worden war. Die Frau, welche den Gegenstand dieser Beobachtung bildete, befand sich vollkommen wohl, säugte ein Kind, aß und trank aber sehr viel, weil sie stets eine Menge von Magensaft und Speiseresten durch die Oeffnung verlor. Die angestellten Versuche bewiesen, daß der menschliche Magensaft Eiweiß und Fleisch weit langsamer verdaut, als derjenige der Hunde; daß die durch den Speichel eingeleitete Zuckerbildung im Magen nicht aufhört, sondern durch denselben in den Darm hinein sich fortsetzt; daß Eiweiß, Fleisch und ähnliche Stoffe den Magen verlassen, lange bevor sie gänzlich aufgelöst sind; daß Fett während der ganzen Verdauung in Tropfen aufgelöst im Speisebreie sich nachweisen läßt. Es enthalten diese Versuche also die vollständigste Bestätigung der mit künstlicher Verdauung angestellten, beweisen aber zugleich, daß die Magenverdauung selbst noch innerhalb des Darmes sich fortsetzen muß, indem nach Beendigung derselben höchstens ein Viertel der löslichen eiweißartigen Stoffe wirklich gelöst war.

Zur Controlirung der über die Darmverdauung und den Einfluß der Galle und des Bauchspeichels gemachten Versuche an Thieren diente eine Frau, welcher ein wüthender Stier mit dem Horne den Bauch aufgerissen hatte. Eine aus der Wunde vorgefallene Darmschlinge wurde brandig und es entstand eine

äußere Oeffnung, von welcher aus man nach oben und unten in den Dünndarm gelangen konnte. Aus der oberen Oeffnung floſſen Nahrungsreſte mit Galle, Bauchſpeichel und Darmſaft gemiſcht aus. Die Frau hatte beſtändigen Heißhunger, ſelbſt wenn ihr Magen vollſtändig gefüllt war, ein Beweis, daß die Oeffnung hoch oben im Darm ſich befand, und daß von den verzehrten Nahrungsſtoffen nur ſehr wenig in den Körper aufgenommen wurde. Auch traten in der That die erſten Theile der verſpeisten Nahrungsſtoffe ſchon nach einer halben Stunde aus der Darmfiſtel hervor und innerhalb vier Stunden etwa hörte nach einer reichlichen Mahlzeit der Austritt auf. Man mußte die Ernährung dadurch vervollſtändigen, daß man Fleiſchſuppen, Eier, ja ſelbſt Fleiſch in diejenige Oeffnung einſtopfte, welche mit dem unteren Darmſtücke zuſammenhing und in die aus der oberen Darmöffnung nichts übertreten konnte. That man dies, ſo entleerte die Frau Exkremente von fürchterlich aashaftem Geſtank, ganz ſo wie die Hunde, welchen man, wie oben angeführt, die Galle aus dem Darme abgeleitet hatte. Nichts deſtoweniger wurde etwa ein Viertel der in das untere Darmſtück eingeſchobenen eiweißartigen Stoffe aufgelöſt und Stärke dort mit großer Kraft in Zucker umgewandelt, Fett dagegen nur in ſehr geringem Maße aufgenommen.

Man ſieht, daß es einer großen Menge vergleichender Verſuche mit verſchiedenen Individuen bedürfte, um die allgemeinen, zur Grundlage einer Diätetik dienenden Regeln aufſtellen zu können. Bis dahin wird die Diätetik ſtets mehr oder minder dem reinen Empirismus verfallen bleiben und der Arzt ſeinen Reconvalescenten diejenige Speiſe als die verdaulichſte rathen, die er ſelbſt am leichteſten verdaut. Die Wahl der Nahrungsmittel an ſich iſt aber nicht nur individuell höchſt wichtig, ſondern auch in politiſch-ökonomiſcher Rückſicht eine bedeutende und weltbewegende Frage. Die Produktion der Nahrungsmittel ſteht in der engſten Beziehung zu dem Grade der Cultur und Civiliſation, zu welcher ſich die Menſchheit erhoben hat, und der Hauptzweck der Landwirthſchaft, welche inſofern die Baſis einer jeden

Civilisation bildet, als sie nothwendig feste Wohnsitze voraussetzt, beruht auf der größtmöglichsten Erzeugung von Nahrungsstoff auf einem gegebenen Raume der Erdoberfläche. Da aber nicht alle Produkte der Landwirthschaft in gleichem Maße und in gleicher Richtung nährend wirken, so sei es uns erlaubt, hier einige Worte über den Werth der Nahrungsmittel in physiologischer Beziehung beizufügen.

Wir sahen oben, daß nach dem Einflusse, welchen die verschiedenen durch die Nahrungsmittel eingeführten Stoffe auf den Körper haben, wir dieselben in verschiedene Klassen eintheilen können, daß wir anorganische Stoffe, Blutbildner und Fettbildner bedürfen, um die Ernährung nach allen Richtungen in vollständiger Weise vor sich gehen zu sehen. Ein Nahrungsmittel wird deshalb dann seinen Zweck am besten erfüllen, wenn es vielfältig gemischt ist und in seiner Mischung eine dem Körper analoge Zusammensetzung aus den angeführten Substanzengruppen zeigt. Wo diese Mischung der Nahrungsmittel fehlt, da wird dasselbe, für sich allein genommen, bei längerem Gebrauche untauglich, das Leben zu erhalten, und da die wenigsten Nahrungsmittel eine solche Mischung zeigen, so müssen wir bei der Ernährung unseres Körpers durch zweckmäßiges gemeinschaftliches Genießen verschiedener Substanzen, welche in ihrer Gesammtheit dem genannten Bedürfnisse entsprechen, die fehlerhafte Mischung der vereinzelten Nahrungsmittel ersetzen. Der Wechsel der Nahrungsmittel ist demnach ein höchst wichtiges Gesetz für den Einzelnen wie für die Gesammtheit, und nicht minder ist die gehörige Zusammenstellung verschiedenartiger Nahrungsmittel eine absolute Nothwendigkeit. Der Ekel, welchen die stete Wiederkehr desselben Gerichtes erregt, ist kein Resultat der Verwöhnung unseres Gaumens, sondern ein Sträuben des Organismus gegen die ihm schädlich werdende Nahrung, die seinen Bedürfnissen nicht mehr zu entsprechen vermag.

Wir besitzen einige von der Natur gebotene Nahrungsmittel, die solche Mischungen bieten. Eines der substanziellsten Nahrungsmittel sind ohne Zweifel die Eier fast aller Vögel,

weniger diejenigen der Reptilien und Fiſche. Entwickelt ſich ja doch aus dem im Ei angehäuften Stoffe, ohne andere Zufuhr von außen, als diejenige der Luft, der ganze Körper des jungen Thieres mit Fleiſch, Blut, Knochen und Eingeweiden, ſo daß alſo in der That der Dotter mit dem Eiweiß alle diejenigen Stoffe enthält, welche der thieriſche Körper überhaupt zu ſeinem Aufbaue nöthig hat. Im Durchſchnitte wiegt ein Hühnerei 60 Gramm, wovon auf die Schale 6 Gramm, auf den Dotter 18, auf das Eiweiß 36 kommen. Dotter und Eiweiß enthalten aber im Ganzen etwas mehr als $^7/_{10}$ Waſſer, $^1/_{100}$ Salze, $^1/_{10}$ Fett und etwas mehr als $^1/_{10}$ Eiweiß und Dotterſtoff. Phosphorſäure, Schwefelſäure, Salzſäure, Kali, Natron, Kalk und Eiſen — alle dieſe Hauptbeſtandtheile aus der anorganiſchen Welt, welche der Organismus bedarf, ſind im Hühnerei vertreten; das Fett wie die Blutbildner in möglichſt löslicher Form geboten. Es iſt alſo kein Zweifel, daß das Ei allen Anforderungen entſpricht, die man an ein gemiſchtes Nahrungsmittel machen kann. Doch iſt es ein Irrthum, wenn man zu ſagen pflegt, daß ein Ei genüge, um den Menſchen während 24 Stunden zu nähren, indem im Gegentheile, wenn man die Menge der im Blute enthaltenen Beſtandtheile berückſichtigt, etwa 17 bis 18 Hühnereier dazu gehören würden, um das Bedürfniß eines arbeitenden Mannes zu decken.

Die Natur ſelbſt hat uns in Betreff der Zuſammenſetzung eines typiſchen Nahrungsmittels, das für ſich allein genommen den Bedürfniſſen des Organismus vollſtändig zu genügen vermag, das beſte Beiſpiel in der Milch aufgeſtellt, mittelſt welcher die jungen Säugethiere während einiger Zeit vollkommen ausreichend ernährt werden. Die Milch iſt eine ſtark waſſerhaltige Flüſſigkeit, in welcher eine bedeutende Quantität Milchzucker, alſo ein fettbildender Körper, und etwa eben ſo viel Käſeſtoff als blutbildender Beſtandtheil aufgelöſt iſt. Die Salze in der Milch fehlen nie und ſie beſtehen größtentheils aus phosphorſauren Salzen, aus Chlorkalium und Kochſalz, ſowie aus einer kleinen Menge freien Natrons, welche die Löslichkeit des Käſeſtoffes im

Waſſer bedingt. Außerdem ſchwimmt in der Milch in äußerſt feinen Tröpfchen und Kügelchen vertheilt ein leicht ſchmelzbares, neutrales Fett, die Butter. Man kann rechnen, daß in einer guten Kuhmilch $^9/_{10}$ Waſſer, $^1/_{20}$ Milchzucker, eben ſo viel Käſeſtoff, $^1/_{30}$ Butter und $^1/_{200}$ Salze ſich finden, während die Frauenmilch weniger und weichere Butter enthält. Dem Säuglinge wird alſo in dieſer Flüſſigkeit ein blutbildender Stoff in der leichtlöslichſten Form des Käſeſtoffes, ein fettbildender in dem Milchzucker und ein leicht lösliches Fett zugeführt, welches, wie wir oben ſahen, ſicherlich zum Umſatze des Zuckers in Fett weſentlich beiträgt. Außerdem erhält der Säugling in dem phosphorſauren Kalke der Milch das weſentlichſte Salz, deſſen er zum Aufbau ſeines Skelettes ſo ſehr benöthigt iſt. Alle dieſe Stoffe ſind zugleich in einer ſo großen Menge von Waſſer aufgelöſt, daß dieſe hinreicht, um den Stoffwechſel durch den Organismus hindurch zu vermitteln.

Merkwürdiger Weiſe ſtehen die Samen der Getreidearten, der Hülſenfrüchte, überhaupt die weſentlichſten Erzeugniſſe der Landwirthſchaft in ihrer Eigenſchaft als Nahrungsmittel der Milch am allernächſten, ſo daß man ſie faſt als Pflanzenmilch in feſter Geſtalt bezeichnen könnte. Es finden ſich hier dieſelben Salze, und namentlich der reiche Gehalt an phosphorſauren Salzen, wie in der Milch; es findet ſich eine ziemlich bedeutende Quantität von Blutbildnern, die man im unreinen Zuſtande als Kleber bezeichnet; es findet ſich endlich etwa 60—70 Prozent eines fettbildenden Stoffes, des Stärkemehls, welcher leicht in Zucker und die übrigen Produkte der Zerſetzung übergeführt werden kann. Nur Eins fehlt den eigentlichen Getreidearten: das freie Fett, welches nur in höchſt geringer Quantität im Waizen und Roggen, in größerer dagegen im Mais vorkommt, weshalb dieſer auch zum Mäſten und zur Fetterzeugung allgemein vorgezogen wird. Ebenſo iſt es merkwürdig, zu ſehen, daß der Inſtinkt auch den Mangel der Getreidearten und des daraus bereiteten Brodes an Fett richtig eingeſehen hat und demſelben durch Fettzuſatz beim Genuſſe entgegenzuwirken ſucht. Das

Butterbrod, welches bei der Ernährung der germaniſchen Völkerſtämme eine ſo bedeutende Rolle ſpielt, hat hierdurch ſeine wiſſenſchaftliche Grundlage und Berechtigung gefunden und kann wirklich als ein ziemlich vollkommener Erſatz der Milch bezeichnet werden.

Wenn die Getreidearten und Hülſenfrüchte das Beiſpiel einer wohlgemiſchten Nahrung bieten, ſo ſind dagegen die Kartoffeln ein durchaus einſeitiges Nahrungsmittel, in welchem die ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheile gänzlich zurückſinken und nur das Stärkemehl vorwiegt. Zudem enthalten die Kartoffeln eine ungemein große Quantität von Waſſer (zwiſchen 70 und 80 Prozent) und eine höchſt geringe Anzahl von Salzen, unter welchen die phosphorſauren namentlich gänzlich mangeln. Es iſt kaum möglich, ein Nahrungsmittel zu finden, welches in jeder Beziehung ſo ungünſtige Verhältniſſe darbietet, als die Kartoffel; und wenn dieſelbe dennoch eine ſo ungemeine Bedeutung in der Oekonomie der Geſellſchaft erlangt hat, ſo liegt der Grund davon in Verhältniſſen, die unabhängig von ihrem Werthe als Nahrungsmittel an ſich ſind. Nebengründe liegen in der bedeutenden Acclimatiſationsfähigkeit, die den Anbau der Kartoffel von Lappland bis in die Nähe des Tropenklimas möglich macht; in der Beziehung zu dem Boden, der durch die Kartoffel nicht an denjenigen Subſtanzen erſchöpft wird, welche die Getreidearten nöthig haben; — der Hauptgrund der allgemeinen Verbreitung des Kartoffelanbaues aber liegt in der Thatſache, daß man mittelſt der Kartoffel dem Boden weit mehr feſte Beſtandtheile abgewinnen kann, als mit irgend einer anderen Frucht. Dieſe Beſtandtheile mögen in höchſt ungünſtigen Miſchungsverhältniſſen und in äußerſt ungünſtiger Form, nämlich in einer Menge von Waſſer aufgeſchwemmt dem Verbrauche dargeboten werden, ihre abſolute Menge bleibt dennoch ſo bedeutend, daß der Kartoffel hierdurch ein weſentlicher Vorzug geſichert iſt. Ein Beiſpiel wird dies ſchlagend beweiſen. Von einer Hektare Land wurden unter gleichen Umſtänden geerndtet :

Pfd. Waizen,	Pfd. Roggen,	Pfd. Erbſen,	Pfd. Kartoffeln,
3400	2800	2200	38000

In diesen Mengen sind aber enthalten:

	im Waizen	im Roggen	in den Erbsen	in den Kartoffeln
	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.
Blutbildner	459	300	493	494
Fettbildner	2319	1932	1311	8726
Salze	68	42	53	380
Wasser	442	389	319	27626

Der Vortheil der Stofferzeugniß liegt demnach bei der Kartoffel gänzlich auf Seite des Produzenten; der Nachtheil gänzlich auf Seite des Consumenten, der zur Bewältigung eines in unzweckmäßiger Form und unzweckmäßiger Mischung dargebotenen Nahrungsmittels die größte Summe von Verdauungskraft zur Erzielung des kleinsten Nutzeffektes verwenden muß. Es ist demnach vollkommen wahr, wenn ein bedeutender Forscher in diesem Felde sich dahin ausdrückt, daß mit der vorwiegenden Kartoffelnahrung die ärmere Klasse auf das letzte Hilfsmittel hingewiesen sei, auf dem äußersten Rande stehend keinen Boden mehr vor sich habe, und daß der arme Arbeiter und arme Bauer die entsetzliche Aufgabe lösen müsse, mit einem Minimum von Nahrung von mangelhafter Beschaffenheit das größte Maß von Arbeit zu leisten.

In direktem Gegensatze zur Kartoffel steht das Fleisch, in welchem bei fast eben so großem Wassergehalte die stickstoffhaltigen Substanzen durchaus vorwiegen, und die stickstofflosen nur durch das anhängende Fett vertreten sind. Dieses letztere ist ein durchaus nöthiger Zusatz zu dem Fleische selbst, und die Civilisation sucht denselben in das richtige Verhältniß zu bringen, indem sie die Thiere mästet, wodurch nicht die Masse des Muskelfleisches, sondern nur diejenige des Fettes im Organismus vermehrt wird. Außer dem Faserstoffe, dem Eiweiße und der leimgebenden Substanz, die in dem Fleische enthalten sind, findet man in dem wässerigen Fleischauszuge noch eine Menge von Stoffen, welche zum Theil, wie es scheint, Zersetzungsprodukte

der Fleiſchfaſer ſelbſt ſind. Dieſe Stoffe ſind es, welche den einzelnen Fleiſchſorten ihren eigenthümlichen Geſchmack geben. Zerhackt man Fleiſch ganz fein und laugt es vollſtändig mit Waſſer aus, ſo bleibt ein völlig weißer, geſchmackloſer Rückſtand, der bei jederlei Fleiſch dieſelben Eigenſchaften zeigt. Dieſer in Waſſer ungelöſte Rückſtand iſt aber größtentheils Faſerſtoff, der durch die Magenverdauung ebenfalls aufgelöſt wird. Die einfachſte Zubereitung des Fleiſches iſt demnach ſicherlich das Braten, welches ſo geleitet werden muß, daß raſch eine Hülle von geröſteten Stoffen um das Fleiſchſtück gebildet wird, wodurch das Verdampfen der Fleiſchflüſſigkeit verhütet und das Innere in einer Hitze, die höchſtens 80° erreichen darf, erhalten wird. Bei dem Kochen des Fleiſches werden hingegen die nährenden Beſtandtheile in zwei Theile geſchieden, in die Fleiſchbrühe, welche die im Waſſer löslichen Stoffe, und in das Fleiſch ſelbſt, welches hauptſächlich die unlöslichen Stoffe enthält. Je beſſer die Fleiſchbrühe, deſto ausgelaugter und geſchmackloſer iſt das Fleiſch, und umgekehrt. Der Uebelſtand des vollſtändigen Auslaugens, der bei kleineren Stücken ſtattfindet, wird bei größeren dadurch verhütet, daß das Eiweiß der Fleiſchfaſer durch das Kochen gerinnt und ſo eine Hülle von geronnenem Eiweiß um das Kochſtück gebildet wird, welche das Eindringen des Waſſers in das Innere und das Auslaugen deſſelben verhindert. Darin liegt denn auch die Urſache, warum große Haushaltungen, in welchen gewaltige Stücke Fleiſch im Ganzen gekocht werden, zugleich gute Fleiſchbrühſuppe und gutes gekochtes Fleiſch liefern können, während die kleine Haushaltung entweder nur geſchmackloſes Fleiſch und gute Fleiſchbrühe, oder gutes Fleiſch und ſchlechte Fleiſchbrühe, nie aber Beides zugleich liefern kann.

Der ſtärkende, belebende Einfluß der Fleiſchbrühe liegt nicht ſowohl in ihrem Gehalte an ſtickſtoffreichen Subſtanzen, der verhältnißmäßig ſehr gering iſt, ſondern vielmehr in der Natur dieſer Beſtandtheile ſelbſt. Der Fleiſchextrakt enthält nämlich eine kryſtalliſirbare, neutrale, ſtickſtoffhaltige Subſtanz, das Kreatin

(Fleiſchſtoff), welches am reichlichſten in mageren Thieren, die viele Bewegung haben, enthalten iſt, und zugleich bei Vögeln, namentlich bei den Hühnern, in größerer Menge vorkommt, als bei den Säugethieren. Durch eine eigenthümliche Zerſetzung, die auch ſchon im lebenden Muskel ſtattfindet, erzeugt dieſer Fleiſchſtoff einen anderen ſtickſtoffhaltigen Körper, das Kreatinin (Fleiſchbaſis). Dieſes Kreatinin bildet wirklich mit Säuren Salze und iſt eine wahre organiſche Baſis, ein Alkaloïd, wie das Chinin, das wirkſame Prinzip der Chinarinde, oder des Morphin, das wirkſame Prinzip des Opiums. Alle dieſe Alkaloïde haben eine merkwürdige, tief eingreifende, wenn auch noch nicht näher analyſirte Wirkung auf den Organismus, die durchaus nicht im Verhältniß zu ihrem Stickſtoffgehalte ſteht. Wahrſcheinlich wirken ſie in ähnlicher Weiſe wie Gährungsſtoffe, Umſetzungen einleitend, wobei ſie ſelbſt in ihrer Miſchung nicht verändert werden, ſo daß ſie ſelbſt unzerſetzt durch den Körper durchgehen können, wenn ſie gleich in demſelben die bedeutendſten Spuren ihrer Wirkſamkeit zurücklaſſen, wie dies von denjenigen Alkaloïden, die häufig als Arzneimittel angewandt werden, wie z. B. das Chinin, hinlänglich bekannt iſt.

Die Cultur hat in den Kreis der Lebensmittel von allgemeinem Bedürfniß zwei Subſtanzen gezogen, welche früher nur dem Luxus angehörten und die durch ihre Zuſammenſetzung der Fleiſchbrühe nahe treten. Ich meine den Kaffee und den Thee, erſterer mehr auf dem Feſtlande Europas, letzterer mehr in England und Amerika ein Volksbedürfniß erſten Ranges. Man ſchätzt die Menge des jährlich auf der ganzen Erde verbrauchten Kaffee's auf etwa 5 Millionen Centner, die des Thee's auf etwa $7^1/_2$ Millionen Centner — alſo wirklich faſt fabelhafte Summen. Täglich ſteigt der Verbrauch, und je mehr mit zunehmender Verarmung die Kartoffelnahrung Boden gewinnt, deſto hartnäckiger hängt das Volk an dem Kaffeegenuſſe, der als ein nothwendiges Surrogat ſeinen Platz einnimmt. Kaffee und Thee enthalten aber durchaus denſelben chemiſchen Grundbeſtandtheil, das ſogenannte Caffeïn oder Theeïn, das ebenfalls

in die oben berührte Klaſſe der Alkaloïde gehört. Die Wirkung dieſes Alkaloïds auf den Körper iſt eine weſentlich erregende, auf die wir ſpäter bei der Analyſe der Funktionen des Nervenſyſtemes näher zurückkommen werden. Sie ſteht aber in keinem Verhältniß zu der Menge des Stoffes. Wenn man daher, nachdem einmal die Uebereinſtimmung der Zuſammenſetzung im Thee und Kaffee erkannt und der reiche Gehalt des darin enthaltenen Alkaloïds an Stickſtoff ermittelt war, behauptete, der Kaffee- und Theegenuß ſei ein Erſatzmittel des mangelnden Fleiſches, ſo iſt dieſes inſofern unrichtig, als der Gehalt an feſter Subſtanz im Kaffee und Thee viel zu gering iſt, um einen unmittelbaren Erſatz für den Verbrauch der ſtickſtoffhaltigen Subſtanzen des Körpers geben zu können. Die mächtig erregende Wirkung des Alkaloïds in dem Aufguſſe läßt vielmehr den Thee und Kaffee deshalb ſuchen, weil ihr Genuß die Bewältigung der in ſo ungünſtigen Verhältniſſen dargebotenen Nahrung möglich macht.

Die Chokolade enthält ebenfalls in freilich ſehr geringer Menge ein Alkaloïd, das Theobromin, welches hinſichtlich ſeiner phyſiologiſchen Wirkung wohl dem Caffeïn ähnlich iſt. Außer dieſem aber enthält ſie viel Fett, — die ſogenannte Cacaobutter — Stärke, Eiweiß und Legumin, iſt alſo weit mehr als irgend ein anderes Getränk wahrhaft ein flüſſiges Nahrungsmittel, indem ſie die beiden Hauptklaſſen der direkt nährenden Stoffe enthält.

Während die Chokolade gewiß mehr ihrer nährenden Eigenſchaft wegen eine allgemeinere Verbreitung gewonnen hat, iſt es beim Kaffee und Thee die Einwirkung auf das Nervenſyſtem, die angenehme Erregung deſſelben, ſowie die Verlangſamung des Stoffwechſels, welche dieſe Getränke zu einem allgemeinen Bedürfniſſe gemacht haben, und in dieſem letzteren Punkte ſchließen ſich namentlich die geiſtigen gegohrenen Getränke, welche Weingeiſt in mehr oder minder concentrirter Form enthalten, die Brantweine, Weine und Biere am nächſten an. Das Bier hat noch, ähnlich wie die Chokolade, eine direkt mäſtende Eigenſchaft durch ſeinen Gehalt an Extraktivſtoffen, Zucker, Stärke

und Dextrin, wie dies die bairischen Bierbäuche zur Genüge beweisen; — die Weine enthalten so wenig Zucker, daß diese Eigenschaft gänzlich außer Acht gelassen werden kann und die gebrannten Wasser enthalten nur Alkohol mit Wasser und höchst geringen Beimischungen von ätherischen, flüchtigen Oelen. Bei allen diesen Getränken ist es nicht mehr der Einfluß auf das vegetative Leben, auf Verdauung und Ernährung, sondern derjenige auf das Nervensystem, welchen man in ihnen ebenso sucht, wie in den übrigen rein narkotischen Genußmitteln, dem Tabak, dem Opium, dem Haschisch und ähnlichen Stoffen. Es existirt, wie ein Schriftsteller richtig bemerkt, kein Volk auf der ganzen Erde, welches nicht eines oder mehrere jener narkotischen Genußmittel verzehrte, und es muß deshalb ihr Genuß einen tieferen Grund haben. Die eigentlichen Nahrungsmittel sind unumgänglich nothwendig, die narkotischen Genußmittel aber und die Spirituosen machen die Existenz glücklicher und gestatten selbst dem Sorgengedrückten einige heitere Stunden. „Der Einzelne," sagt von Bibra, „welcher zu viel Haschisch genommen hat, und nun wüthend in den Straßen umherläuft und jeden anfällt, der ihm entgegentritt, verschwindet gegen die Menge derjenigen, welche nach der Mahlzeit durch eine mäßige Dose einige heitere und glückliche Stunden zubringen, und die Anzahl derer, welche durch die Coca die schwersten Anstrengungen zu überwinden im Stande sind, ja vielleicht dem Hungertode entrissen wurden, überwiegt bei weitem die wenigen Coqueros, welche durch unmäßigen Gebrauch ihre Gesundheit untergraben haben. Auf gleiche Weise kann nur eine übelangebrachte Heuchelei den sorgenbrechenden Becher des alten Vater Noah verdammen, weil einzelne Trunkenbolde nicht Ziel und Maß zu halten wissen."

Fünfter Brief.

Die Athmung.

Der Bruſtkaſten eines Skelettes (ſ. S. 109, Fig. 22 u. 23) ſtellt einen von vorn nach hinten zuſammengedrückten Kegel vor, deſſen Spitze nach dem Halſe, die Grundfläche nach dem Bauche zugewandt iſt, und deſſen Wände von zwölf Paaren platter gebogener Knochenſtäbe, den Rippen, gebildet werden. Zwei feſte Linien bieten die Stützpunkte für dieſe beweglichen Knochen; auf der Rückenſeite die Wirbelſäule, an deren Körpern die Rippen eingelenkt ſind, vorn das Bruſtbein, ein platter langer Knochen, woran ſich die ſieben oberſten, die wahren oder ächten Rippen, unmittelbar durch elaſtiſche Knorpelſtücke befeſtigen, während von den fünf letzten oder falſchen Rippen die zwei unterſten das Bruſtbein gar nicht erreichen, und die Knorpel der drei andern mit demjenigen der ſiebenten Rippe verſchmelzen. Ein leichter Druck auf das Bruſtbein angebracht, preßt dieſes gegen den Rückgrat zu; die Rippen ſelbſt laſſen ſich leicht in die Höhe ziehen und niederdrücken. Schon dieſe Anordnung des ſtarren Gerüſtes der Bruſt geſtattet demnach eine Erweiterung und Verengung der Bruſthöhle. Die breite, dem Bauche zugewandte Fläche des Kegels iſt aber durch eine muskulöſe Querſcheidewand, das Zwerchfell, von der Bauchhöhle getrennt. Dieſe Querſcheidewand iſt nicht platt ausgeſpannt, ſondern ſie bildet eine gekrümmte Fläche, deren gewölbte Seite der Bruſt, die hohle dem Bauche zugewandt iſt. Die Zuſammenziehung des Zwerchfells muß, da es rings umher mit ſtarken Muskelfaſern an den Rippen und der Wirbelſäule

befeſtigt iſt, eine Abplattung ſeiner Wölbung zur Folge haben, mithin den Raum der Bruſthöhle vergrößern, denjenigen der Bauchhöhle verkleinern.

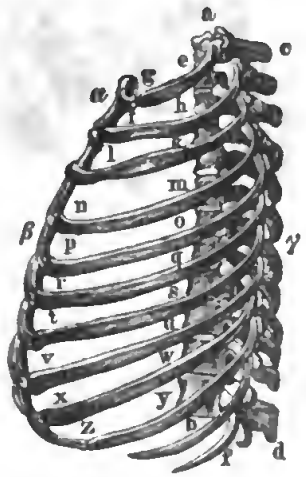


Fig. 22.

Der Bruſtkaſten des Skelettes von der Seite. a, b. die Körper der Wirbelſäule. c, d. die Dornfortſätze der Rückenwirbel. β. das Bruſtbein. e, h, k, m, o, q, s. die ächten, u, w, y, f. die falſchen Rippen.

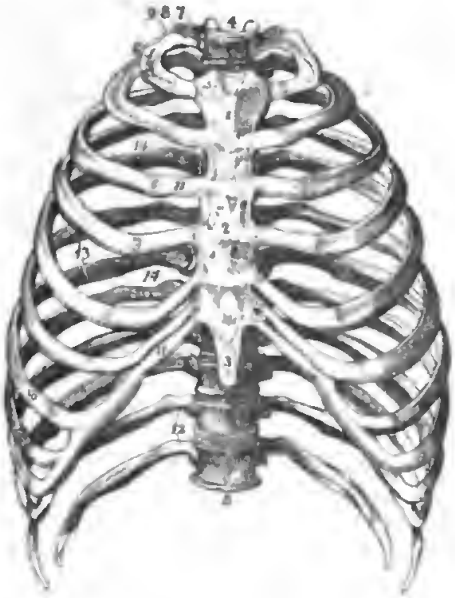


Fig. 23.

Der Bruſtkaſten von Born. 1—3 das Bruſtbein. 4, 5 die Körper der Wirbelſäule. Die von 6 bis 10 herab ſind die ſieben ächten, die mit 12 bezeichneten die beiden letzten falſchen Rippen.

Sowohl zwiſchen den einzelnen Rippen, als auch auf ihrer äußeren Fläche, ſind viele Muskeln angebracht, welche alle mehr oder minder die Rippen nach oben und außen ziehen, mithin ebenfalls den inneren Raum vergrößern können, indem die horizontalen Dimenſionen durch ſolche Bewegung der Rippen zunehmen, die Abnahme in der Länge dagegen, welche durch dies Aufziehen der Rippen erfolgt, hinlänglich durch das Hinabſteigen des Zwerchfelles ausgeglichen wird.

Fig. 24.

Die Bruſteingeweide, von vorn geſehen. Die Lungen ſind etwas auseinander gezogen, um das Herz und die großen Gefäße zu zeigen. 1. Die rechte Herzkammer. 2. Die linke Herzkammer. 3. Rechter Vorhof. 4. Linker Vorhof. 5. Lungenſchlagader. 6. Aſt derſelben zur rechten Lunge. 7. Aſt zur linken Lunge. 8. Früherer Verbindungsaſt zur Aorta, nur bei der Frucht im Mutterleibe offen, nach der Geburt geſchloſſen (Ductus Botalli). 9. Bogen der Aorta. 10. Obere Hohlvene. 11. Gemeinſchaftlicher Stamm der rechten Hals- und Schlüſſelbeinſchlagader. 12. Rechte Schlüſſelbeinvene. 13. Rechte Halsſchlagader. 14. Linke vereinigte Schlüſſelbein-Halsvene. 15. Linke Halsadern. 16. Linke Schlüſſelbeinadern. 17. Luftröhre. 18. Bronchus der rechten Lunge. 19. Linker Luftröhrenaſt. 20. Lungenvenen. 21. Oberer, 22. mittlerer, 23. unterer Lappen der rechten Lunge. 24. Oberer, 25. unterer Lappen der linken Lunge.

In dieſem feſten Korbe nun ſind die Lungen, das Hauptorgan der Athmung, mit dem Herzen aufgehangen und mittelſt eines von Knorpelringen geſtützten Rohres, der Luftröhre, ſo wie der Mund- und Naſenhöhle mit der äußeren Luft in Verbindung geſetzt. Die Innenſeite des Rippenkorbes iſt mit einer feſten, undurchdringlichen Haut, dem Rippenfelle oder der Pleura ausgekleidet, ſo daß der Rippenkorb einen hermetiſchen Verſchluß darbietet. Die Lungen ſelbſt aber ſind, im Großen betrachtet, elaſtiſche Säcke, welche durch eine ſteife Röhre, die Luftröhre, mit der atmoſphäriſchen Luft in Verbindung ſtehen. Sie können ſich nicht ſelbſtſtändig ausdehnen oder zuſammenziehen; aber durch ihre Elaſtizität und durch ihre ſtete Füllung mit Luft füllen ſie den Rippenkorb ſtets vollſtändig aus; erweitert ſich dieſer, ſo dehnen ſich die Lungen mit aus und die äußere Luft ſtrömt durch die Luftröhre in die Lungenſäcke ein — wir athmen ein; zieht ſich der Bruſtkorb zuſammen, ſo werden die Lungenſäcke zuſammengedrückt und ein Theil der Luft aus ihnen durch die Luftröhre ausgepreßt — wir athmen aus.

Nicht alſo durch ſelbſtſtändige Zuſammenziehung und Ausdehnung der Lungen, ſondern vielmehr durch das wechſelnde Spiel der an dem Bruſtkorbe befeſtigten Muskeln werden die Athembewegungen hervorgebracht, und die Bedingung ihrer Fortdauer ruht einzig und allein in dem vollkommenen luftdichten Verſchluſſe des Bruſtkaſtens und in dem dadurch entſtehenden luftleeren Raume zwiſchen Bruſtkorb und Lunge. Dieſer Verſchluß iſt durch das Bruſtfell bedingt, welches jederſeits einen vollkommen geſchloſſenen Sack darſtellt, in dem die Lunge ſteckt, etwa wie der Kopf in einer baumwollenen Nachtmütze, um mich eines trivialen, aber durchaus wahren Vergleiches zu bedienen. Die eingeſtülpte Hälfte des Sackes umgiebt die Lunge, iſt mit ihr verwachſen; die äußere Hälfte iſt an der Bruſtwand angewachſen; ſobald dieſe ſich ausdehnt und von der Lunge entfernen will, entſteht in dem Bruſtfellſacke ein luftleerer Raum, und die äußere Luft ſtürzt in die Lungen, um dieſe ſo auszudehnen, daß ſie, unmittelbar an der Bruſtwand anliegend, den Bewegungen derſelben

folgen. Ist der Verschluß mangelhaft, wie z. B. bei klaffenden Brustwunden, so daß durch diese die äußere Luft in den Brustkorb gelangen kann, so dehnt sich beim Einathmen die Lunge der verwundeten Seite nicht mehr aus, sondern fällt schlaff zusammen.

Bei ruhigem Athmen in aufrechter oder sitzender Stellung sind es hauptsächlich die abwechselnden Zusammenziehungen des Zwerchfelles, welche das Ein- und Ausströmen der Luft in die Lunge bedingen; — kaum daß der Rippenkorb sich etwas Weniges in seinen Querdurchmessern erweitert. In horizontaler Lage dagegen, sowie bei heftigeren Athembewegungen, spielen auch die Rippen und die Bauchdecken eine bedeutendere Rolle, so daß der innere Raum der Brust um eine ziemlich beträchtliche Größe verändert werden kann. Untersucht man die Verhältnisse bei verschiedenen Athemzuständen, so kann man etwa vier Zustände unterscheiden. Am tiefsten eingedrückt erscheint die Brustfläche bei möglichst tiefer Ausathmung. Die Lungen sind dann aber stets noch von einer gewissen Quantität Luft erfüllt, die niemals ausgetrieben werden kann und die man die Residualluft nennt. Bei gewöhnlicher Ausathmung bleiben die Lungen stärker ausgedehnt, der Rippenkorb erscheint etwas gewölbter und wölbt sich noch mehr bei der gewöhnlichen Einathmung. Der Unterschied des Volumens bei der gewöhnlichen Ein- und Ausathmung mag etwa eben so groß sein, als der zwischen gewöhnlicher und möglichst kräftiger Ausathmung. Am gewölbtesten endlich erscheint die Brust bei möglichst tiefem Einathmen. Bei den Männern sind es namentlich die mittleren und unteren Rippen, welche beim Athmen spielen, während die oberen Rippen mehr unbeweglich bleiben, bei den Frauen im Gegentheile sind es die oberen Rippen, welche sich vorzugsweise bewegen, während die unteren nur in Ausnahmefällen spielen. Vielleicht dürfte sich aus diesem Umstande die Vorliebe des weiblichen Geschlechtes für Corsette und Schnürleiber erklären lassen, durch welche die unteren Rippen nicht nur bis zur Unbeweglichkeit zusammengedrückt, sondern selbst gänzlich verunstaltet werden. Indessen liegt es in unserer Macht, gewisse Gruppen der Athmungswerkzeuge vorzugsweise spielen zu

laſſen, je nachdem wir durch das Spiel der anderen Gruppen Unannehmlichkeiten empfinden. So ſieht man Kranke, die an Bruſtfellentzündung leiden, wo jede Bewegung des Bruſtkorbes durch die Reibung der entzündeten Flächen des Bruſtfelles gegeneinander empfindlich ſchmerzt, die Rippen ſo viel als möglich fixiren und nur mit dem Zwerchfelle und den Bauchdecken athmen, während Schwangere im Gegentheile faſt nur mit den Rippen athmen, da das Volumen der Bauchhöhle weniger verändert werden kann. Die Wirkung der einzelnen Muskeln hier zu analyſiren, würde zu weit von unſerem Ziele abführen; — es genügt, darauf aufmerkſam zu machen, daß ſie alle zwar vom Willen abhängig ſind, aber dennoch nur bis auf einen gewiſſen Grad, und daß wir ihre Wirkung zwar willkürlich beſchleunigen oder verzögern, uns aber dennoch derſelben nicht gänzlich enthalten können. Die Athembewegungen gehören nebſt vielen andern zu jener Klaſſe von Bewegungen, welche einem tieferen Geſetze gehorchen, als der bloßen Willkür; ihre Urſachen und Gründe werden wir in einem ſpäteren Briefe beſprechen.

In gewöhnlichem normalem Zuſtande athmen wir durchaus bewußtlos; im Schlafe wie im Wachen fahren die Athemmuskeln in ihrem regelmäßigen Spiel fort, und eine beſtimmte Anzahl von Inſpirationen wird in dieſem normalen Zuſtande beobachtet. Die größere oder geringere Zahl der Athemzüge hängt einestheils von dem Alter, anderntheils aber auch von der Körpermaſſe des Individuums ab, ſie ſteht in beſtimmter Beziehung zu dem Herzſchlage, der wieder in gewiſſem Verhältniſſe zur Körpermaſſe ſich befindet. Im Mittel thut ein neugeborenes Kind 45—50 Athemzüge in der Minute, ein fünfjähriges 26; die Zahl nimmt allmählich ab bis in das kräftige Mannesalter von 30—40 Jahren, wo ſie zwiſchen 16 und 18 Athemzügen in der Minute ſchwankt, um dann im höheren Alter wieder um ein Geringes zuzunehmen. Im Kindesalter gehen 3 bis $3^1/_2$, im Mannesalter 4 bis $4^1/_2$ Herzſchläge auf einen normalen Athemzug.

Es war ein Ergebniß der einfachſten Erfahrung, daß das Athmen des Menſchen und der Thiere die umgebende Luft ver-

ändere und allmählich zu weiterem Athmen untauglich mache. Ehe aber die Chemie so weit gekommen war, die Luftarten mit eben so viel Schärfe und Genauigkeit analysiren zu können, als die verschiedenen festen und flüssigen Substanzen, ehe sie so weit gekommen war, konnte man natürlich nicht erwarten, daß eine genügende Erklärung dieser Thatsache und eine vernünftige Ansicht über den Athemprozeß überhaupt aufgestellt würde. Man kannte die Thatsache, man wußte, daß in engverschlossenen Räumen Menschen und Thiere bald Athembeschwerden bekamen, die Haut blauroth wurde, die tiefsten Athemzüge kein Genüge fanden; daß bei Fortsetzung der Einsperrung dieselben convulsivisch wurden, das Bewußtsein schwand, und endlich nach den heftigsten Convulsionen und Verdrehungen das Leben allmählich erlosch; man wußte, daß diese Erscheinungen ganz in derselben Weise bei dem Tode durch Erdrosseln oder Ertrinken eintreten; allein den tieferen Grund derselben konnte man nicht erkennen, da die Zusammensetzung der eingeathmeten und ausgeathmeten Luft und somit die Veränderung der Luft durch das Athmen nicht gekannt war. Erst mit Lavoisier, dem Vater der heutigen Chemie, brach auch für den Athemprozeß das Licht an, und seine Arbeit über denselben wird stets als eine der herrlichsten in der Geschichte der Chemie bestehen.

Jedermann weiß, daß bei kalter Luft unser Hauch einen Nebel bildet, der sich an kalte Körper in Gestalt kleiner Tropfen niederschlägt. In unbewohnten Zimmern laufen die Fenster im Winter nicht an, sie gefrieren nicht; sobald aber das Zimmer bewohnt ist, schlägt sich auch an den von außen erkälteten Scheiben die Feuchtigkeit nieder. Die ausgeathmete Luft enthält demnach eine bedeutende Quantität Wasser in Dampfgestalt, welches durch die Kälte zu Tropfen verdichtet wird, und zwar ist sie, bei langsamem Athmen, vollständig mit Wasserdampf gesättigt. Die absolute Menge von Wasserdampf, welche ein Gasgemenge aufnehmen kann, richtet sich aber nach der Temperatur desselben; je höher diese ist, desto mehr Wasserdampf bedarf es bis zur vollständigen Sättigung. Die ausgeathmete Luft hat in

gewöhnlicher Temperatur nahezu die Wärme des Blutes, während bei bedeutender Kälte ihre Wärme bis auf dreißig und weniger Grad fallen kann. Die innere Erkältung würde noch ſchneller herbeigeführt werden, wenn nicht in der Lunge ſelbſt eine bedeutende Quantität von Luft, die oben genannte Reſidualluft, bliebe, welche in beſtändiger Berührung mit den Wänden der Luftzellen und dem Blute die Temperatur deſſelben annimmt und nur langſam in ihrer ganzen Maſſe ſich erkältet. Die Menge von Waſſerdampf, welche wir ausathmen, richtet ſich demnach hauptſächlich nach der Temperatur, welche die Luft im Innern der Lunge erhält, und je trockener und kälter die eingeathmete Luft iſt, deſto mehr Waſſer muß von unſerem Körper geliefert und in den Lungen ausgeſchieden werden, um die Ausathmungsluft auf ihren beſtimmten Sättigungsgrad bringen zu können. Nur wenn wir eine Luft einathmeten, die 36—38 Grad Wärme hätte und vollkommen mit Waſſerdampf geſättigt wäre, nur dann würde der Athemprozeß keinen Verluſt an flüſſigem Waſſer herbeiführen; unter gewöhnlichen Umſtänden aber muß Waſſer aus dem Blute in den Lungen abgeſchieden werden, und dieſer Verluſt, den wir erleiden, wird natürlich um ſo größer ſein, je tiefer und häufiger unſere Athemzüge ſind. Der Durſt, den wir bei heftigen Muskelanſtrengungen, bei Märſchen in drückender Sonnenhitze empfinden, findet in dieſen Verhältniſſen ſeine Erklärung; wir athmen weit häufiger bei ſolchen Anſtrengungen, es wird eine größere Menge Waſſerdampf in den Lungen abgeſchieden und durch den Durſt drückt der Körper ſein Bedürfniß nach Erſatz dieſes Waſſers aus.

Der innere Bau der Lunge iſt vortrefflich zur Realiſirung der eben angeführten phyſikaliſchen Erſcheinungen geeignet. Die Luftröhre theilt ſich in einen Aſt für jeden Lungenflügel, und jeder dieſe Aeſte in eine Anzahl von Zweigen und Reiſerchen, die endlich in zahlloſe kleine Bläschen oder Blindſäckchen ſich auflöſen, deren häutige Umgebung ungemein zart iſt.

Fig. 25.

Zwei kleine Lungenläppchen: a. aufgeblasen, b. die seitlichen Luftzellen, c. die letzten Luftröhrenästchen, welche hineinmünden.

Alle diese Bläschen und Zellchen sind beständig mit Luft erfüllt; eine gesunde Lunge schwimmt deshalb auf dem Wasser, während die eines Kindes, das noch nicht geathmet hat, darin untersinkt. In den dünnen häutigen Wänden der Lungenzellchen vertheilen sich die Capillarien der Lungengefäße, und ihre Maschen sind so dicht gedrängt, die Zwischenräume zwischen denselben so gering, daß die Lungensubstanz fast nur Inselchen zwischen den Gefäßströmchen bildet.

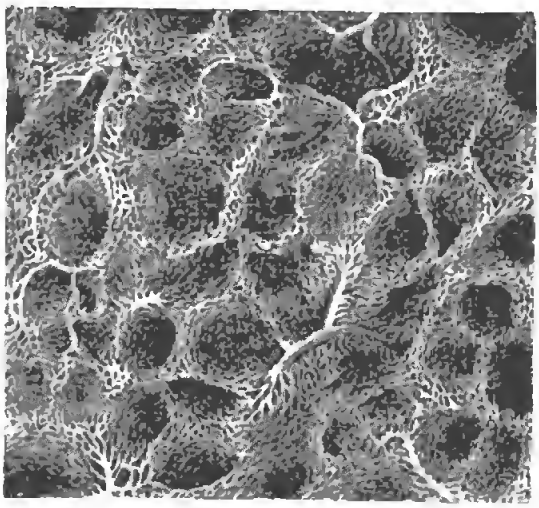


Fig. 26.

Haargefäßnetz der Lungenbläschen.

Die außerordentliche Dünne und Zartheit der Wandungen der Lungencapillarien ſowohl als auch der Lungenzellchen begünſtigt den Austauſch von gasförmigen und flüſſigen Subſtanzen im höchſten Grade. Das in den Lungen circulirende Blut iſt allſeitig von Luft, die in den Lungenzellen enthaltene Luft allſeitig von ſtrömendem Blute umgeben. So erklärt es ſich denn leicht, wie die eingeathmete Luft, ſo kalt ſie auch ſein mag, augenblicklich die Temperatur des ſie umgebenden Blutes annimmt, ſo wie ſie auch ſogleich in der Berührung mit der Blutflüſſigkeit ſich mit Waſſerdampf ſättigt.

Es iſt eine durch Experimente nachgewieſene Thatſache, daß die Menge der ausgeathmeten Luft durchaus derjenigen der eingeathmeten Luft gleich iſt, daß mithin das Volumen der Luft durch den Athemprozeß keine Veränderung erfährt. Die Veränderung, welche die eingeathmete Luft erleidet, kann demnach nur eine chemiſche ſein, und es iſt leicht, ſich zu überzeugen, daß ſie wirklich eine ſolche iſt. Ein Theil des in der atmoſphäriſchen Luft enthaltenen Sauerſtoffes iſt nämlich in der Ausathmungsluft durch Kohlenſäure erſetzt worden.

Die atmoſphäriſche Luft iſt weſentlich ein Gemenge zweier Gasarten : Sauerſtoff und Stickſtoff, zu welchen ſich veränderliche Quantitäten von Kohlenſäure und Waſſerdampf geſellen; erſtere beträgt aber im Durchſchnitte nur 0,04 Prozente dem Volumen nach, ſo daß man alſo für gewöhnlich dieſe geringen Kohlenſäuremengen ganz außer Acht laſſen kann. Das Verhältniß des Sauerſtoffes zu dem Stickſtoffe iſt überall, auf Höhen und in Tiefen, in geſchloſſenen Räumen wie in freier Luft, daſſelbe; nur nach lange anhaltendem Regen und auf dem offenen Meere findet man der ſtärkeren Auffaugung des Sauerſtoffes durch das Waſſer wegen einen etwas geringeren Sauerſtoffgehalt. Den neueſten Unterſuchungen zu Folge enthält die Luft im Durchſchnitte dem Volumen nach 20,95 Prozent Sauerſtoff und 79,05 Prozent Stickſtoff, oder, da der Sauerſtoff ſchwerer iſt als der Stickſtoff, 23,19 Prozent Sauerſtoff und 76,81 Prozent Stickſtoff dem Gewichte nach. Anders dagegen verhält ſich die Aus-

athmungsluft. Man kann, ohne bedeutende Fehler zu begehen, die Veränderung, welche der Stickstoff seiner Menge nach erleidet, völlig außer Acht lassen. Nicht so verhält es sich mit dem Sauerstoffe; ein Theil desselben ist verschwunden und in der Ausathmungsluft durch ein entsprechendes Volumen Kohlensäure ersetzt. Im Mittel enthält die eingeathmete Luft im Mannesalter 4,380 Prozent Kohlensäure dem Volumen nach, oder, da die Kohlensäure bedeutend schwerer ist als der Sauerstoff, 6,546 Prozente dem Gewichte nach.

Nichts ist leichter, als sich von dem Gehalte der ausgeathmeten Luft an Kohlensäure zu überzeugen. Man braucht nur durch ein Röhrchen in Kalkwasser zu blasen, um sogleich eine Trübung entstehen zu sehen, die sich bald vermehrt und endlich einen Niederschlag von kohlensaurem Kalk bildet, der mit Säuren übergossen sich mit heftigem Brausen auflöst. Es war von äußerster Wichtigkeit für die ganze Physiologie und namentlich für die Lehre von der Ernährung, zu bestimmen, wie groß die Quantität der von dem Menschen binnen einer gewissen Zeit ausgehauchten Kohlensäure sei, da man hierdurch bei der bekannten Zusammensetzung dieses Gases auch zugleich berechnen konnte, wie groß der Verlust an Kohlenstoff sei, den der Körper durch die Respiration erleide. Die Lösung dieser Aufgabe hat ihre eigenen Schwierigkeiten. Keine Thätigkeit des Körpers ist größeren Schwankungen unterworfen, als die Respiration; die geringste Anstrengung, das kleinste Hinderniß, jede Gemüthsbewegung wirkt bald beschleunigend, bald verlangsamend auf sie zurück, und gerade wenn wir uns zwingen wollen, so regelmäßig als möglich zu athmen, wird schon durch die geistige Spannung eine gewisse Unregelmäßigkeit bedingt. Schon die Tiefe und Länge der Einathmung vermehrt den Prozentgehalt der Kohlensäure in der ausgeathmeten Luft; nicht minder wirkt die Kälte ein, bei welcher mehr Kohlensäure abgeschieden wird, während in der Wärme die Menge derselben geringer ist. Geistige Anstrengungen vermehren bedeutend, selbst bei ganz ruhiger Stellung, den Gehalt der Kohlensäure, am energischesten aber wirken Muskelbewegungen verschie-

dener Art. Setzt man den Athmungswerth im liegenden Zustande als Einheit, so wird schon bei einfachem Eisenbahnreisen in der zweiten Klasse die Menge der ein- und ausgeathmeten Luft und also auch die Menge der Kohlensäure um die Hälfte vermehrt; bei sehr langsamem Spazierengehen, wo man nur 1 Kilometer in der Stunde macht, oder beim Reiten im Schritt verdoppelt; bei Fußreisen, wo man 3 Kilometer in der Stunde macht, verdreifacht; bei Reiten im Trabe und bei Fußreisen, wo man Stunde für Stunde macht, vervierfacht; beim Laufen und Radtreten zu noch bedeutenderen Mengen hinaufgeschraubt. Nicht minder wirken die verschiedenen Nahrungsmittel, indem die meisten derselben die Athmung vergrößern, Stärke, Fett und einige Weingeistgetränke dagegen sie verringern.

Es ist begreiflich, daß nur äußerst genaue Methoden und außerordentlich vervielfältigte Versuche, sowie fortgesetzte Uebung in den Versuchen einigermaßen genauere Resultate geben konnten. Die Versuche selbst beruhten auf verschiedenen Grundlagen. Nach der einen Methode läßt man ein Individuum ohne Verlust in einen Apparat hineinathmen, in welchem man die Kohlensäure und das Wasser auffängt. Man erhält bei diesem Verfahren die Athemprodukte zwar allein, aber das Resultat wird durch die oben erwähnten Einflüsse häufig getrübt und deshalb meist eine zu große Menge von Kohlensäure erhalten. Nach der andern Methode läßt man das Individuum in einem geschlossenen Raume athmen, durch welchen man einen langsamen Luftstrom leiten kann, dessen Geschwindigkeit und Stärke man je nach Bedürfniß regulirt. Mit diesem Luftstrome leitet man die Athemprodukte, Kohlensäure und Wasser, in besondere Absorptionsapparate, worin sie dem Gewichte oder dem Volumen nach bestimmt werden können. Man erhält auf diese Weise die Produkte der Athmung und der Hautausdünstung zwar gemeinschaftlich, indem man aber durch andere Versuche, bei welchen man den Menschen aus dem Apparate durch eine Röhre hinausathmen läßt, die Menge der Hautausdünstungen allein erhält, kann man auch diejenige der Luft bestimmen. Folgende Tabelle giebt die Mittel-

zahlen der in einer Stunde ausgeathmeten Kohlenſäure und des darin enthaltenen Kohlenſtoffes in Grammen (500 Gramme = 1 Pfund):

Alter der Männer in Jahren.	Kohlenſäure. Mittel.	Verbrannter Kohlenſtoff. Mittel.	Menge des verbrannt. Kohlenſtoffs in 24 Stunden.
8	18,333	5,0	120,0
10	24,934	6,8	163,2
11 bis 15	29,480	8,04	192,96
16½ „ 20	39,527	10,78	258,72
24 „ 28	44,550	12,15	291,60
31 „ 40	40,333	11,00	264,00
41 „ 50	34,676	9,457	226,968
51 „ 60	31,442	8,575	205,800
63 „ 68	37,521	10,233	245,592
76	22,000	6,00	144,00
92	32,267	8,8	211,2
102	21,634	5,9	141,6

Man kann, ſobald das Körpergewicht bekannt iſt, aus ſolchen Unterſuchungen eine Mittelzahl berechnen, die man auf einen Kilogramm Körpergewicht bezieht, um einen Maßſtab der Vergleichung mit anderen Geſchöpfen zu haben. So lieferte ein 33 Jahre alter Mann von 54 Kilogramm Körpergewicht im Durchſchnitte 39,146 Gramm Kohlenſäure in der Stunde. Es fand mithin eine Abſonderung von 0,725 Gramm Kohlenſäure für je ein Kilogramm Körpergewicht in der Stunde ſtatt. Dies würde 17,400 Gramm in 24 Stunden machen; eine Zahl, die offenbar viel zu hoch iſt. In der That ſind die angegebenen Reſultate mittelſt Athmens in einer Maske durch einen Röhrenapparat hindurch gewonnen, wo durch die Behemmung der Athmungsbewegung angeſtrengtes Athmen und dadurch eine Vermehrung der abgeſchiedenen Kohlenſäure hervorgebracht werden mußte. Ebenſo wird durch die Multiplikation auf 24 Stunden die Menge der Kohlenſäure deshalb vermehrt, weil die Athemzüge im Schlafe ſeltener ſind als im Wachen und deshalb in der Nacht eine geringere Produktion von Kohlenſäure ſtattfindet, als am Tage. Nichtsdeſtoweniger läßt die oben angeführte Tabelle

eine Vergleichung zu, da diese Fehler sich bei allen Posten gleichmäßig wiederholen. Man findet sonach, daß die absolute Menge der ausgeathmeten Kohlensäure von der Jugend an bis in das Mannesalter zunimmt, bei kräftigen Männern am stärksten ist und im Greisenalter wieder abnimmt, daß Muskelbewegung und gute Verdauung die Kohlensäureabgabe merklich erhöht, daß Frauen im Allgemeinen weniger Kohlensäure liefern, als der Mann. Berechnet man aber das Verhältniß der ausgeschiedenen Kohlensäuremenge auf je ein Kilogramm Körpergewicht, so ergiebt sich, daß diese verhältnißmäßige Quantität im Kindesalter am stärksten und von da an allmählich abnimmt.

Neuere ausgezeichnete Untersuchungen wurden mit einem complizirten Apparate angestellt, in dem man freilich nur kleinere Hunde und ähnliche Thiere haben konnte, der aber so eingerichtet war, daß die Thiere Tage lang darin verweilen und sämmtliche Produkte auf das Genaueste bestimmt werden konnten. Die aus der Luft aufgenommenen Sauerstoff- und Stickstoffmengen, die ausgeschiedenen Kohlensäure-, Wasser- und Stickstoffmengen konnten auf das Genaueste bestimmt, und die Thiere oft drei bis vier Tage in dem Apparate gehalten werden, so daß man bedeutende Mengen der ausgeschiedenen Stoffe erhalten und die Fehler auf ein Minimum herabdrücken konnte. Hierbei fand man denn, daß Säugethiere und Vögel um so mehr Kohlensäure abscheiden, je geringer ihr Umfang ist, und daß das Verhältniß der Kohlensäure hauptsächlich von der eingenommenen Nahrung abhängt. Versuche in einem ähnlichen Apparate an Menschen angestellt ergaben für die durchschnittliche Menge der Kohlensäure für ein Kilogramm Körpergewicht von 0,447 bis 0,592, also Zahlen, die bedeutend unter den durch isolirtes Athmen erhaltenen zurückstehen. Man sieht, daß hier noch weite Schwankungen in den Beobachtungen liegen. Man kann indessen annehmen, daß ein erwachsener Mann im Durchschnitte in 24 Stunden ein Kilogramm Kohlensäure aushaucht, was einer Menge von 273 Grammen oder einem halben Pfunde Kohlenstoff für den Tag entsprechen würde.

Der Gehalt der Ausathmungsluft an Kohlensäure war schon, wenigstens annähernd, von Lavoisier bestimmt worden; es entstand nun die Frage: wo entsteht diese Kohlensäure? Wird sie in den Lungen durch den Athmungsprozeß gebildet, oder ist sie schon im venösen Blute vorhanden, und wird sie in den Lungen nur abgeschieden und Sauerstoff dafür eingenommen? Man entschied sich unbedingt für die erstere Ansicht, um so mehr, als das Volumen des verschwundenen Sauerstoffes dem Volumen der ausgehauchten Kohlensäure gleich war und man wußte, daß der Kohlenstoff bei seinem Verbrennen das Volum des Sauerstoffes nicht ändere. Ein Volumen reinen Sauerstoffes kann durch Verbrennen von Kohlenstoff in Kohlensäure verwandelt werden, ohne daß dabei das Volumen geändert würde; die neu entstandene Gasart ist nur durch Kohlenstoff schwerer geworden. Da dies Verhältniß so genau in dem Respirationsprozesse sich wiederfand, so zögerte man nicht, denselben einer Verbrennung gleich zu setzen, und man behauptete ganz folgerecht, daß der Sauerstoff der Luft in den Lungen an das Blut trete, einen Theil des im Blute enthaltenen Kohlenstoffes verbrenne und sich so in Kohlensäure verwandele, die durch die Ausathmung abgeschieden werde. Man fand zugleich in dieser Ansicht eine natürliche Erklärung der thierischen Wärme. Der Kohlenstoff entwickelt beim Verbrennen Wärme; der Verbrennungsprozeß in den Lungen mußte ebenfalls Wärme entwickeln, und da das Athmen eine beständig fortdauernde Funktion ist, so mußte diese Wärmequelle eine anhaltende, constante sein. Zudem gelang es damals noch nicht, Gasarten aus dem arteriellen oder venösen Blute abzuscheiden, alle Versuche dieser Art scheiterten, und man fand in dem Verhältniß zwischen Athmung und Wärmeentwicklung so viel Nutzen für die herrschende Ansicht, daß man kaum daran dachte, eine andere Erklärung zu suchen.

Indeß wurde doch später durch einen einfachen Versuch nachgewiesen, daß ein solcher einfacher Verbrennungsprozeß nicht einzig in den Lungen stattfinden könne. Wenn man nämlich ein Thier, einen Frosch, einen Vogel, ein Kaninchen unter eine völlig

gesperrte Glasglocke bringt, die mit einem Gase erfüllt ist, das zwar an sich keine giftige Wirkung auf den Organismus hat, aber doch nicht den Athemprozeß unterhalten kann, wie z. B. Wasserstoffgas oder Stickstoffgas, so fährt das Thier noch eine Weile fort zu athmen, erstickt aber bald. Untersucht man nun die in der Glasglocke enthaltene Luft, so findet man, daß sie eine gewisse Quantität Kohlensäure enthält. Das Thier hat also, trotz dem, daß Wasserstoff oder Stickstoff keine Kohlensäure bilden können, dennoch diese Gasart ausgeathmet; es kann somit die Kohlensäure nicht unmittelbar in den Lungen aus dem Kohlenstoff des Blutes durch Verbrennung gebildet werden, sie muß schon vorausgebildet in dem Blute enthalten sein. Man fand außerdem durch Versuche, daß das Blut der Lungen nicht bedeutend wärmer sei, als das anderer Körpertheile, während doch nothwendig, im Falle wirklich die Lungen der thierische Ofen wären, wenn ich mich so ausdrücken darf, hier auch die Wärme größer als in den Leitungsröhren sein müßte.

Man hat durch direkte Versuche ermittelt, daß man wirklich aus dem Blute theils unmittelbar durch die Luftpumpe, theils durch Schütteln mit anderen indifferenten Gasarten, wie z. B. Wasserstoff, Luft entwickeln könne. Wir haben oben gesehen, daß der Gasgehalt in dem Blute ziemlich bedeutend und daß in dem hellrothen arteriellen Blute verhältnißmäßig weit mehr Sauerstoff enthalten sei, als in dem dunkeln venösen. Berücksichtigt man einzig diese Thatsache, so kann die Rolle, welche die Lunge in dem Respirationsprozesse spielt, nicht mehr zweifelhaft sein. Sie ist dann offenbar eine Filtrirmaschine, durch welche die Kohlensäure des venösen Blutes gegen den Sauerstoff der Luft ausgetauscht wird, und die Verbrennung des Kohlenstoffs wird demnach nicht in den Lungen vor sich gehen, sondern vielmehr überall in allen Gebilden des Körpers, wo Stoffwechsel durch Blutcirculation unterhalten wird. In dem Ernährungsprozesse der Gebilde müssen die chemischen Veränderungen vor sich gehen, welche die Bildung der Kohlensäure bedingen, und durch die im arteriellen Blute gegebene stete Zufuhr von Sauerstoff werden

die chemiſchen Veränderungen bedingt, wird das zu den Umwandlungen nöthige Element geliefert.

Mit dieſer Anſicht des Athemprozeſſes ſtehen auch manche ſekundären Erſcheinungen der Wärmeerzeugung vollkommen im Einklang. Es iſt eine Thatſache, daß Muskelbewegungen ſtärkere und häufigere Athemzüge und lebhaftere Körperwärme bedingen; allein beobachtet man genauer, ſo ergiebt ſich, daß dieſe lebhaftere Wärme erſt einige Zeit nach der Beſchleunigung der Athmung eintritt und daß ſie auch partiell mehr das bewegte Glied betrifft, als den ganzen Körper. Die Beſchleunigung der Athmung bringt aber natürlich ſchnelleren Herzſchlag, ſchnelleren Blutlauf, ſomit lebhaftere Sauerſtoffzufuhr und lebhafteren Umſatz der Gebilde. Die partielle Wärmeerhöhung rührt daher, daß Bewegung ſtets auch den chemiſchen Umſatz befördert, beſchleunigt und ſomit durch die Bewegung des Beines z. B. in dieſem der Umſatz der Gebilde, die Ernährung und ſomit die Wärmeerzeugung verſtärkt wird.

Indeß kennen wir auch Thatſachen, welche beweiſen, daß dieſe Abfiltrirung des in dem Blute enthaltenen Gaſes nicht die einzige Thätigkeit der Lunge ausmache, ſondern daß wirklich auch in dieſem Organe ein Stoffwechſel vorkommen müſſe. Unmittelbar nach einer Mahlzeit wird die Menge der ausgeathmeten Kohlenſäure bedeutend geſteigert. Wie wir wiſſen, enthält das aus der Leber kommende Blut der Lebervenen eine bedeutende Menge Zucker, die in der Lunge gänzlich zu Grunde geht, alſo offenbar höher oxydirt, verbrannt wird. Ebenſo ſcheint es nach genauen Verſuchen, daß das Blut, welches durch die Lungenvenen von den Lungen zum Herzen zurückkehrt, merklich wärmer iſt, als dasjenige, welches in den Lungenarterien kreiſt. Da nun durch die Verdunſtung des Waſſers in den Lungen nothwendig eine Abkühlung derſelben hervorgebracht werden muß, das Lungenvenenblut aber nichts deſto weniger wärmer iſt, ſo iſt auch der Schluß ganz gerechtfertigt, daß in den Lungen ein Verbrennungsprozeß und mithin Wärmeerzeugung vor ſich gehen müſſe. So ſehen wir denn auch hier den Athmungsprozeß nicht auf ſo ein-

fache Verhältniſſe zurückgeführt, wie man dies vermuthen könnte, ſondern aus mehreren Faktoren zuſammengeſetzt, von denen indeß der zuletzt erwähnte, der Verbrennungsprozeß in den Lungen, verhältnißmäßig bedeutend kleiner iſt als der andere, ſo daß man nicht im Unrecht iſt, wenn man behauptet, daß die in den Lungen ausgeſchiedene Kohlenſäure in direktem Verhältniſſe zu der in dem Blute enthaltenen Kohlenſäuremenge ſtehe. Daß dieſe letztere vielfach, je nach der Ernährung der einzelnen Gebilde, dem Stoffumſatze der verſchiedenen Organe, wechſeln müſſe, läßt ſich von vorneherein annehmen und wird auch dadurch bewieſen, daß man bei ſonſt ganz gleichen Verhältniſſen oft ſehr bedeutende Schwankungen in dem Gehalte der ausgeathmeten Luft wahrnimmt, die gewiß in dem veränderten Gasgehalte des Blutes beruhen.

Kehren wir indeß nach dieſer Abſchweifung, auf deren nähere Verhältniſſe wir bei der Ernährung und der Erzeugung der thieriſchen Wärme eingehen werden, noch einmal zu dem Athemprozeſſe und der Rolle, welche die einzelnen dabei betheiligten Organe ſpielen, zurück. Die Thatſache, daß in dem Akte der Athmung Kohlenſäure aus dem dunkeln Blute abgeſchieden und dafür Sauerſtoff aus der Luft aufgenommen werde, iſt ein- für allemal feſtgeſtellt. Allein es handelt ſich darum, zu beſtimmen, welchen Antheil bei dieſem Prozeſſe die verſchiedenen Beſtandtheile des Blutes haben; ob überhaupt die aufzunehmenden und ausgeworfenen Gasarten einen beſtimmten Bezug zu der einen oder andern, morphologiſchen oder chemiſchen Subſtanz des Blutes haben, und in wie fern dies ewige Wechſelſpiel zwiſchen Kohlenſäure und Sauerſtoff, welches in den Lungen und Körpercapillaren ſtatt hat, erklärt werden könne?

Wir haben in einem vorhergehenden Briefe die morphologiſche Zuſammenſetzung des Blutes kennen gelernt und gefunden, daß im lebenden Körper zwei Beſtandtheile unterſchieden werden können: feſtere münzenartige Plättchen, die Blutkörperchen, und eine klebrige Flüſſigkeit, worin ſie ſchwimmen, das Plasma. Die Blutkörperchen ſind die Träger des Farbſtoffes; das Plasma für ſich allein, von den Körperchen getrennt, iſt farblos; es erhält

eine gelbliche Färbung nur durch Auflösung des in den Blutkörperchen befindlichen Blutrothes, und solche Auflösung findet nur in krankhaften Verhältnissen statt. Das frische Blutroth hat eine dunkle, blaurothe Farbe; durch Aufnahme von Sauerstoff wird es kirschroth, und es ist leicht durch Versuche nachzuweisen, daß die Blutkörperchen sehr begierig den Sauerstoff der Luft anziehen und dadurch ihre Farbe ändern. In dem Plasma befindet sich kein Stoff, welcher mit dem Blutrothe in dieser Verwandtschaft zu dem Sauerstoff wetteifern könnte. Es darf demnach der Schluß wohl gerechtfertigt erscheinen, daß die Blutkörperchen diejenigen Formbestandtheile des Blutes sind, welche den Sauerstoff der Luft an sich ziehen und ihn so den Organen des Körpers zuführen. Eine Bestätigung dieser Ansicht liegt in dem Verhalten der Blutkörperchen gegenüber gewissen Gasen, namentlich aber dem Kohlenoxydgase, das sich bekanntlich bei unvollkommenem Verbrennen von Kohlen in geschlossenem Raume entwickelt und bei den sogenannten Erstickungen im Kohlendampfe, diesem häufigen Selbstmordmittel, die Hauptwirkung erzeugt. Dieses Gas wirkt wirklich giftig, indem es die Blutkörperchen ihrer Fähigkeit beraubt, Sauerstoff aufzunehmen. In Kohlensäure erstickte Individuen können durch künstliche Athmung, Eintreiben von Sauerstoff oder Luft wieder ins Leben gerufen werden, weil die im Blute enthaltene Kohlensäure durch den Sauerstoff ausgetrieben wird — in Kohlenoxydgas erstickte Individuen sind rettungslos verloren — der eingeblasene Sauerstoff wird von den Blutkörperchen nicht aufgenommen.

Man hat geglaubt, die Kohlensäure, welche man in dem dunkeln venösen Blute vorfindet, sei darin frei aufgelöst enthalten. Allein das Plasma, die Blutflüssigkeit, enthält ein Salz aufgelöst, welches äußerst leicht Kohlensäure einschluckt und sich damit chemisch verbindet; das Plasma enthält kohlensaures Natron, das, mit Kohlensäure in Berührung gebracht, sich in doppelt kohlensaures Natron umwandelt. Wird aber eine Auflösung von kohlensaurem Natron mit einem Luftraume in Berührung gebracht, der keine Kohlensäure enthält, so wird wieder eine be-

ſtimmte Quantität dieſer Kohlenſäure an den Luftraum abgegeben. Die Kohlenſäure, welche in den Lungen ausgeſtoßen wird, bildet ſich durch den Prozeß der Ernährung im Inneren der Gewebe; ſie wird durch Imbibition von den Körpercapillaren aufgenommen und verbindet ſich in dieſen, wenigſtens theilweiſe, mit dem kohlenſauren Natron des Plasma's, da deſſen Menge nicht hinreichend iſt, um die ſämmtliche Kohlenſäure aufzunehmen. Die überſchüſſige Kohlenſäure bleibt in der Blutflüſſigkeit aufgelöſt.

Sauerſtoff und Kohlenſäure, die beiden an der Reſpiration betheiligten Gaſe, ſind demnach an verſchiedene Beſtandtheile des Blutes gebunden : der Sauerſtoff an das Blutroth der Körperchen, die Kohlenſäure an das Natron und die Flüſſigkeit des Plasma's. Beide Gaſe werden an verſchiedenen Orten aufgenommen und abgeſchieden : der in den Lungen aufgenommene Sauerſtoff wird in dem Gewebe der Organe, in der Blutbahn der Capillaren abgeſetzt und die an dieſem Orte gebildete Kohlenſäure in den Lungen abgeſchieden.

Die Abſcheidung von Kohlenſäure und die Aufnahme des Sauerſtoffes in den Lungen ſtehen in einem gewiſſen Verhältniſſe zu einander, das ſich hauptſächlich bei ſonſt gleichbleibenden Verhältniſſen nach der eingenommenen Nahrung richtet. Thiere, welche mit Brod und Körnern gefüttert werden, athmen in der Kohlenſäure, die ſie entbinden, mehr Sauerſtoff aus, als aus der eingeathmeten Luft verſchwindet. Bei Brot- und Körnernahrung wird demnach ſicherlich ein Theil des ausgeathmeten Sauerſtoffes aus der Nahrung bereitet, und es iſt dies, wie wir früher geſehen, wohl ſicherlich der Umwandlung der ſtärkmehlhaltigen Subſtanzen in Fett zuzuſchreiben, wobei dieſe einen Theil ihres Sauerſtoffes verlieren müſſen. Das umgekehrte Verhältniß findet bei Fleiſchfütterung ſtatt. Der Sauerſtoff der ausgeathmeten Kohlenſäure übertrifft dann die Menge des eingeathmeten, und das Verhältniß bleibt ſich gleich, wenn auch das Thier gänzlich faſtet.

Bevor indeß der Austauſch der Gaſe in dem durch die Lungen ſtrömenden Blute ſtattfinden kann, muß die eingeathmete

Luft zu demſelben gelangen und bis an das letzte Ende der Lungenzellen dringen. Hier findet nun ſchon inſofern ein Austauſch ſtatt, als der eintretende Athemzug auf die im Inneren der Lungen befindliche Reſidualluft trifft, die ſtets noch reicher an Kohlenſäure iſt, als die ausgeathmete Luft ſelber. Man hat durch Verſuche nachgewieſen, daß das Verhältniß der Kohlenſäure nicht zu allen Zeiten der Ausathmung daſſelbe iſt, ſondern daß gegen das Ende der Ausathmung die Luft reicher an Kohlenſäure iſt, als an dem Anfang. Athmet man nach einem gewöhnlichen Einzuge gewöhnlich aus, und preßt man dann, ohne wieder einzuathmen, noch einen Theil der Luft, die in den Lungen geblieben wäre, aus, ſo enthält dieſe letztere Portion eine bei weitem größere Quantität Kohlenſäure, als die erſtere. Die Reſidualluft hat demnach ſchon durch die oben erwähnte Abdunſtung der Kohlenſäure aus dem Plasma einen beſtändigen größeren Kohlenſäuregehalt und miſcht ſich vor allen Dingen mit der beim Einathmen eindringenden atmoſphäriſchen Luft. Eine Miſchung zwiſchen beiden Gaſen würde zwar ſchon auch ohne die Athembewegungen ſtatthaben, während durch dieſe Bewegungen ein Luftſtrom in die innerhalb der Lungen ſtagnirende kohlenſäurereiche Luftmenge mit Gewalt eingepreßt wird, dort ſich mit einer gewiſſen Menge Kohlenſäure ſättigt und dann wieder ausgetrieben wird. Durch dieſe Miſchung wird die Reſidualluft etwas ärmer an Kohlenſäure und der Abgang an dieſem Stoff augenblicklich aus dem Blute erſetzt. Der Mechanismus der Athembewegungen läßt ſich demnach etwa mit dem einer Pumpe vergleichen, die in ein Reſervoir, welches Salzwaſſer enthält, mit jedem niedergehenden Pumpenſtoße reines Waſſer einſpritzt und ſalziges Waſſer emporhebt. Würde das Reſervoir nicht aus einer Salzquelle geſpeiſt, ſo wäre ſein Salzgehalt bald gänzlich erſchöpft; findet aber eine ſtete Speiſung ſtatt, ſo wird man in dem Reſervoir ſtets eine ſtärkere Salzſoole finden, als diejenige iſt, welche die Pumpe hervorhebt.

Aber nicht bloß in den Lungen, auch in den peripheriſchen Capillaren des Körpers geht ein beſtändiger Austauſch von Gaſen

vor ſich, und zwar in umgekehrter Ordnung. Die durch die Ernährung der Theile gebildete Kohlenſäure tritt in das Blut über und ſtatt ihrer wird der Sauerſtoff aus dem Blute aufgenommen. Der in der Athmung aufgenommene Sauerſtoff verläßt demnach das arterielle Blut wieder; die Farbe der Blutkügelchen wird blauer.

Offenbar kann dieſe Ausſcheidung von Sauerſtoff nur darin beruhen, daß die Blutkörperchen theilweiſe ſich auflöſen, ihr Farbeſtoff ſich zerſetzt und der dadurch frei gewordene Sauerſtoff in die Gewebe tritt. Dieſer Sauerſtoff kann nicht im Plasma aufgelöſt bleiben, denn direkte Verſuche belehren uns, daß daſſelbe nur ſehr wenig Sauerſtoff aufnimmt. Dagegen wiſſen wir durch Verſuche, daß der geronnene Faſerſtoff ſehr lebhaft Sauerſtoff einſchluckt und ihn in Kohlenſäure verwandelt; — es iſt mithin wahrſcheinlich, daß der durch Zerſtörung der Blutkörperchen aus dem Blute getretene Sauerſtoff auf die feſten Faſerſtoffgebilde des Körpers einwirkt und ſich mit dieſen verbindet.

Wir kennen kein Gewebe im ganzen Körper, welches mit ſolcher Begierde den Sauerſtoff an ſich zieht, als die Blutkörperchen; es kann mithin auch keine Kraft im Körper exiſtiren, welche mächtig genug wäre, die Blutkörperchen ihres Sauerſtoffes zu berauben; nur durch Zerſtörung und Umſetzung derſelben iſt dies möglich. Daß aber eine ſolche Zerſtörung der Blutkörperchen, Auflöſung derſelben im Plasma und beſtändige Wiedererzeugung, ſowohl aus den Lymph- und Chyluskörperchen, als auch innerhalb der Bahnen des Kreislaufes ſelbſt, vor ſich gehe, ſcheint nicht nur theoretiſch begründet, ſondern auch durch die unmittelbare Erfahrung beſtätigt. Ich habe ſchon oben, in dem Briefe vom Blute, auf das Verhalten der Blutkörperchen unter dem Mikroſkope und gegen Reagentien aufmerkſam gemacht, und wenn auch unſere Beobachtungen noch nicht ſo weit gehen, um mit Beſtimmtheit die Veränderungen darzulegen, welche die Blutkörperchen während ihrer Exiſtenz durchlaufen, ſo ſcheint doch wenigſtens ſo viel ausgemacht, daß ein gewiſſer Bildungscyclus ihnen vorgezeichnet iſt. Warum ſollte dies auch nicht der Fall

ſein? In allen Gewebetheilen des Körpers ſehen wir einen ſteten Umſchwung; ſelbſt in den feſteſten Beſtandtheilen, den Knochen, geht beſtändig Zerſtörung des Vorhandenen, Erſatz des Zerſtörten und Neubau Hand in Hand; ſollen die Blutkörperchen die einzigen Gewebetheile ſein, die keinen cycliſchen Veränderungen unterworfen ſind? Gewiß aber ſtehen dieſe Veränderungen in den nächſten Beziehungen zum Athemprozeß, und namentlich ſcheinen die Phänomene, welche bei der Transfuſion des Blutes von verſchiedenen Thieren ſich einſtellen, darauf hinzudeuten. Bekanntlich kann man einem durch Blutverluſt entkräfteten Thiere Blut, welches von einem anderen Individuum derſelben Art herrührt, nicht nur ohne Nachtheil, ſondern ſogar mit Vortheil einſpritzen; es erholt ſich. Selbſt geſchlagenes, mithin ſeines Faſerſtoffes beraubtes Blut hat denſelben belebenden Einfluß. Allein die Einſpritzung von Blut eines Thieres aus einer anderen Klaſſe tödtet faſt augenblicklich. Vogelblut einem Säugethiere, Säugethierblut einem Vogel eingeſpritzt, tödtet unmittelbar, ſelbſt in kleinen Quantitäten, und in dem letzteren Falle kann der Tod nicht der verſchiedenen Größe der Blutkörperchen und einem dadurch bedingten Hinderniß in der Circulation innerhalb der Capillargefäße zugeſchrieben werden, denn die Blutkörperchen der Säugethiere ſind kleiner, als die der Vögel. Meines Erachtens kann dieſe giftige Wirkung der Einſpritzung (Transfuſion) von Blut einer anderen Spezies nur in der Beziehung der Blutkörperchen zum Reſpirationsprozeſſe geſucht werden, zumal da das ſeiner Blutkörperchen beraubte Serum keinen ſolchen verderblichen Einfluß übt.

Auf der andern Seite iſt, wie wir oben gezeigt haben, durch die Aufnahme des Sauerſtoffes in den Lungen ein Theil des im venöſen Blute enthaltenen doppelt kohlenſauren Natrons in einfach kohlenſaures Natron verwandelt worden, welches mit dem arteriellen Strome in die peripheriſchen Capillaren des Körpers fortgeriſſen wird. Dort trifft es die aus den Geweben gebildete Kohlenſäure an, welche es gierig anzieht, um ſich aufs Neue mit derſelben zu doppelt kohlenſaurem Natron zu verbinden.

Sollen wir nun die Rolle, welche die im Blute enthaltenen Gase und die Bestandtheile des Blutes selbst spielen, näher bezeichnen, so wäre dies etwa in folgenden Sätzen zu geben: Die Gase des Blutes sind nicht in demselben aufgeschwämmt (diffundirt), sondern an einzelne Formelemente desselben gebunden. Die Blutkörperchen sind Sauerstoffschwämme. Das kohlensaure Natron des Plasma's bindet theilweise die Kohlensäure. In dem Athmungsprozesse wird Sauerstoff aufgenommen und eine entsprechende Menge Kohlensäure abgeschieden; der Sauerstoff gelangt in die Gewebe durch Zerstörung der Blutkörperchen innerhalb der Capillaren des Körpers. Die Kohlensäure gelangt in das Blut der Körpercapillaren durch Anziehung vermittelst des im Plasma enthaltenen einfach kohlensauren Natrons.

So sehen wir denn von dem ersten Eintreten des Sauerstoffes mit der Einathmungsluft bis zur endlichen Austreibung der Kohlensäure eine beständige Verkettung von Ursachen und Wirkungen, welche durch den Austausch zwischen zwei Gasströmen sich herstellen, die in umgekehrter Richtung den Körper durchlaufen und in beständiger Wechselwirkung sich befinden. Während der Sauerstoff von außen her durch die Lungenzellen eindringt, durch die Blutflüssigkeit hindurch bis zu den Körperchen dringt und sich theils mechanisch in dem Blute auflöst, theils chemisch bindet, während er in diesem Zustande durch den arteriellen Blutstrom fortgerissen in alle Organe des Körpers vertheilt wird, diese durchdringt und die Zersetzung der organischen Substanz einleitet, wird die Kohlensäure an denselben Endpunkten durch die Verbindung des Sauerstoffes mit der organischen Substanz erzeugt, von dem venösen Blutstrome fortgeschwemmt, theilweise frei gelöst, theilweise an kohlensaures Natron gebunden und so in die Lungen gebracht, wo sie aus den Capillaren in die Lungenzellen übertritt und endlich mit der Ausathmungsluft entfernt wird. Ueberall aber, wo ein Austausch der Gase stattfindet, in dem Gewebe der Organe, in dem Blute, das in den Haargefäßen des Körpers oder der Lungen kreist, in den Lungenzellen, wie in der Luftröhre und deren größeren Aesten — überall beruht

dieſer Austauſch auf der Verſchiedenheit des Gasgehaltes der mit einander in Berührung kommenden Stoffe und auf der verſuchten Herſtellung des Gleichgewichtes zwiſchen denſelben. So begründet ſich alſo dieſer Austauſch auf höchſt einfache phyſikaliſche Geſetze, die bei der engen Beziehung des Athmungsprozeſſes zu allen Funktionen des Organismus als oberſte Regulatoren des Lebensprozeſſes erſcheinen.

Sechster Brief.

Die Absonderung.

An allen freien Oberflächen des Körpers, von welcher Gestalt sie auch sein mögen, sehen wir unter gesunden Umständen eine beständige Ausscheidung gasförmiger oder flüssiger Bestandtheile vor sich gehen. Auf der äußeren Haut, auf der inneren Oberfläche der Schleimhäute, der sogenannten serösen Umhüllungshäute, wie Brust- und Bauchfell, ist dieser Ausscheidungsprozeß in immerwährender Thätigkeit begriffen. Die Absonderungsprodukte dieser flächig ausgebreiteten Organe werden theils, wie von den Schleimhäuten des Mundes, der Lunge, des Darmkanales u. s. w., nach außen geschafft, theils aber auch bleiben sie, wie in den geschlossenen Säcken der serösen Häute, innerhalb derselben in geringer Menge aufbewahrt, und nur zuweilen, in krankhaften Verhältnissen, wie z. B. bei der Wassersucht, sammeln sie sich in solcher Menge darin an, daß die Entfernung der angehäuften Flüssigkeit nothwendig wird.

Außer diesen flächigen Absonderungsorganen aber finden sich noch im Körper eine große Menge besonderer, zu dem speziellen Zwecke der Absonderung bestimmte Organe, welche einen zusammengesetzteren Bau haben und die wir unter dem Namen der Drüsen begreifen. Das Prinzip des Baues dieser Drüsen ist äußerst einfach; es beruht auf dem Grundsatze, daß eine gebogene oder gewundene Haut auf demselben Raume weit mehr Fläche darbietet, als eine gerad ausgebreitete. Eine freie Oberfläche ist stets ein wesentliches Erforderniß zur Absonderung;

wird aber dieſe freie Oberfläche aus gewundenen Schläuchen gebildet, ſo kann ſie eine ungeheuere Ausbreitung bieten und dennoch auf einen kleinen Raum zuſammengedrängt ſein. Die Grundform der Drüſen iſt deshalb ein länglicher Blindſack,

Fig. 27.
Eine Labdrüſe des Menſchen, als Beiſpiel einer einfachen Drüſe.

deſſen Oeffnung ſich auf der Oberfläche befindet, auf welche das Sekret ausgeführt werden ſoll. Dieſer Sack erhält ſeitliche Verzweigungen, Veräſtelungen, die ſich zu Röhren ausſpinnen, welche ſich zuſammenknäueln (ſ. Fig. 28, S. 135) und bald in körnigen, traubenförmigen (ſ. Fig. 29, S. 135), oder zelligen Bläschen ihr Ende finden. So bietet denn jede Drüſe gleichſam das Bild eines mehr oder minder veräſtelten Baumes dar, deſſen Stamm der Ausführungsgang iſt. Die Röhren und Ausführungsgänge ſind im Inneren von eigenthümlichen Häuten, die oft außerordentlich fein werden, ausgekleidet, und in und auf dieſen Häuten verbreiten ſich die Blutgefäßnetze, aus welchen dann der Abſonderungsſtoff, das Sekret, geliefert wird. Die feinſten Drüſengänge ſind immer noch weit dicker, als die feinen Capillaren der Blutgefäßnetze, und man kann kein treffenderes Bild für das Verhältniß zwiſchen Drüſengang und Blutgefäßnetzen finden, als dasjenige eines Fingers, der von einem Seidenhandſchuh einge-

hüllt ist und wo der (hohle) Finger dem blinden Ende des Drüsenganges, das Seidengewebe dem Capillargefäßnetze entsprechen würde.

Fig. 28.
Eine Knäueldrüse aus der Bindehaut des Kalbsauges.

Fig. 29.
Eine Brunner'sche Traubendrüse aus dem Dünndarme des Menschen.

Wie außerordentlich weit die Vergrößerung der absondernden Oberfläche innerhalb einer Drüse durch Verzweigung und Verknäuelung der Drüsengänge und Bläschen durch die Natur getrieben wird, dies zeigen folgende Beispiele. Die Samenröhrchen des Hodens würden, zu einer einzigen Röhre zusammengefügt, eine Länge von 1015—1250 Pariser Fuß betragen und die gesammte Absonderungsfläche einen Rauminhalt von 17,7—20 Quadratfuß darbieten. Eine einzige Niere bietet eine Absonderungsfläche von 43,55 Quadratfuß. Man hat den angestellten Messungen zu Folge eine Tabelle der einzelnen Drüsen des menschlichen Körpers entworfen, worin bestimmt ist, wie viel Quadratfuß Absonderungsfläche ein Kubikzoll Volumen einer jeden Drüse zeigte, und man hat folgende Verhältnißzahlen gefunden, welche freilich nur entfernt approximativ sein können:

1 Kubikzoll	Hode hat . . .	2,58	Q.-Fuß	Absonderungsfläche.
" "	Niere	6,43	"	"
" "	Ohrspeicheldrüse .	8,71	"	"
" "	Thränendrüse . .	9,05	"	"
" "	Unterzungendrüse	9,34	"	"
" "	Unterkieferdrüse	10,52	"	"
" "	Bauchspeicheldrüse	12,63	"	"

Von besonderem Einflusse auf die Art der Absonderungen sind gewiß die inneren Auskleidungen der Drüsengänge,, sowie die Beschaffenheit des Blutstromes, welcher ihnen zugeleitet wird. Letztere kann insofern einen Einfluß üben, als bei weiteren Gefäßen und rascherem Blutstrome möglichst viel Blut durch die Drüse geführt und demnach die Zufuhr neuen Stoffes beschleunigt wird. Von noch größerem Einflusse aber ist die innere Auskleidung. Diese besteht bei allen Drüsen aus einem Belege von Zellen, die bald mehr rundlich oder pflasterartig, bald mehr cylindrisch sind, und dann wie Palliſaden neben einander stehen. Im Allgemeinen nennt man diese Belege von Zellen auf den inneren Oberflächen des Körpers Epithelien, und unterscheidet je nach der Form pflasterartige, cylindrische und Flimmerepithelien. Losgestoßene Theile dieser Zellen sind es, welche die verschiedenen

Flüssigkeiten der inneren Oberfläche schleimig machen. In den Drüsen nun findet man stets solche innere Epithelien, die theilweise mit der Absonderung abgestoßen werden, und die sehr häufig die charakteristischen Bestandtheile der Drüsenabsonderung enthalten. Man hat hier namentlich häufig auf die sogenannten Leberzellen hingewiesen, in welchen man nicht selten gelbe Kügelchen oder unbestimmt begränzte gelbliche Massen findet, die auch in der Galle selbst vorkommen und offenbar mit Gallenfarbstoff getränktes Fett sind. Unzweifelhaft aber ist z. B. die Gegenwart von Harnsäure in den Zellen der Nierenkanäle mancher niederen Thiere, die Entstehung der Samenfädchen in den eigenthümlichen Zellen, welche die Hodenkanäle erfüllen, und es dürfte demnach wohl keinem Zweifel unterliegen, daß auch da, wo wir die eigenthümlichen Auswurfsstoffe einer Drüse unter dem Mikroskope nicht sehen können, weil dieselben in dem Wasser der Flüssigkeit aufgelöst sind, dennoch diese eigenthümlichen Stoffe innerhalb der Drüsenzellen sich ausscheiden. Wir werden auf diese Frage, welche für die Mechanik der Drüsenabsonderung im Ganzen und selbst für die Ansicht von der Ernährung überhaupt äußerst wichtig ist, im Verlaufe dieses Briefes zurückkommen.

Von den sämmtlichen Drüsen und flächigen Absonderungsorganen des Körpers sind für uns, die wir in das Speziellere nicht eingehen können, nur drei von wesentlichem Interesse : die Haut, als Absonderungsorgan des Schweißes und der Ausdünstung, die Leber, der Galle wegen, und endlich die Nieren, in welchen eine der wesentlichsten Auswurfsflüssigkeiten, der Harn, abgeschieden wird. Wir haben schon in einem vorhergehenden Briefe den Bau der Leber und die Eigenthümlichkeit ihres fetten und alkalischen Sekrets, der Galle, näher in's Auge gefaßt.

Die Struktur der Haut hat zu den mannichfachsten Controversen Anlaß gegeben. Man hat vielleicht bei diesen Untersuchungen den großen Fehler begangen, daß man Verhältnisse, die man in einzelnen Fällen auffand, gleich als allgemeine Gesetze aufstellen wollte. Gerade bei der allgemeinen Bedeckung

des Körpers aber giebt es, wie Jedermann wohl aus dem bloßen Augenschein weiß, die mannichfachsten Verschiedenheiten, und es heißt wahrlich die gesunden fünf Sinne beleidigen, wenn man behaupten will, daß die Haut einer zarten Blondine, durch deren weichen Sammet alle Adern durchschimmern, dieselbe numerische Zusammensetzung habe, wie die rissigen Borken, welche den Körper eines Grobschmiedes decken. Die geübte Zunge eines Gastronomen schmeckt Verschiedenheiten, welche den Reagentien des gewandtesten Chemikers entgehen; das Mikroskop und das Scalpell des Anatomen sind ebenfalls nur unvollkommene Werkzeuge, wenn man sie mit unserem Auge und unserer Hand vergleicht.

Im Allgemeinen besteht die Haut aus zwei Schichten, einer äußeren, aus dünnen Plättchen zusammengesetzten Schicht, welche

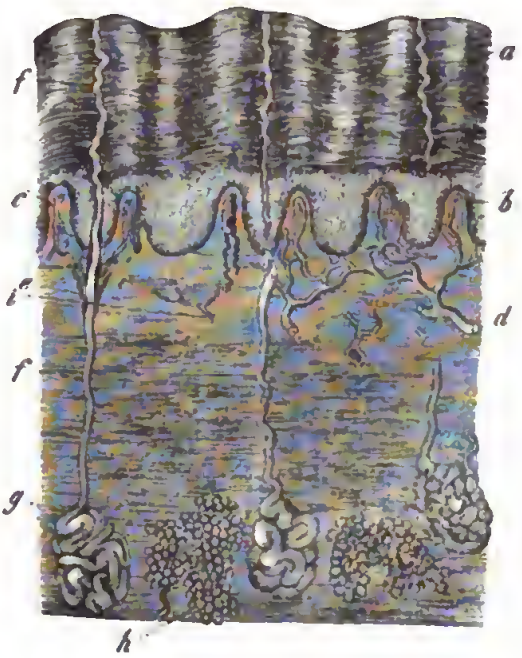


Fig. 30.

Die Haut des Menschen in senkrechtem Durchschnitte. a. Aeußere verhornte Schicht der Oberhaut. b. Innere Schicht (Malpighi'sches Schleimnetz). c. Hautwärzchen. d. Gefäße der Lederhaut. e, f. Ausführungsgänge der Schweißdrüsen. g. Schweißdrüsen. h. Fettanhäufungen. i. Nerven.

sich beständig abschilfert und stets wieder neu aus der Tiefe ersetzt. Wir nennen diese Schicht die Oberhaut oder Epidermis. Sie ist durchscheinend, nur schwer für Wasser durchdringlich und läßt sich selbst wieder mehr oder minder deutlich in zwei Schichten theilen, von denen die äußere, frei zu Tage liegende, mehr verhornt und durch diesen Verhornungsprozeß in ihrer Struktur unkenntlich gemacht ist, während die innere Schicht, die man das Malpighi'sche Schleimnetz genannt hat, aus einer weichen schleimigen Zellenlage besteht, die sich immer wieder von Neuem bildet, sobald die äußeren Zellen gänzlich verhornt und abgeschilfert sind. In der verhornten äußeren Lage der Oberhaut hängen die einzelnen Zellen so zusammen, daß man die Lage selbst als eine zusammenhängende Haut besonders nach Einwirkung von Blasen ziehenden Substanzen oder von kochendem Wasser abziehen kann. In den noch frischen unverhornten Zellen des Malpighi'schen Netzes finden sich an denjenigen Hautstellen, wo eine braunere Farbe hervortritt, Anhäufungen eines dunkelbraunen körnigen Pigmentes, das bei der Verhornung allmählich verschwindet. Die Farbe des Europäers wird dadurch hervorgebracht, daß das Blutroth der Gefäße, welche sich in der Lederhaut befinden, durch die etwas gelblich durchscheinende Oberhautschicht hindurchschimmert. Je dünner diese Oberhautschicht, desto stärker tritt, wie an den Wangen und Lippen, die rothe Farbe hervor, während da, wo sie sehr dick ist, wie an den Fußsohlen, das Gelblichweiß der Oberhaut überwiegt. Die Hautfarben der verschiedenen Völker werden einzig und allein durch verschiedene Mischung der drei färbenden Elemente: das Roth der Blutgefäße, das Braun des Pigmentes und das Gelbweiß der Oberhaut, hervorgebracht Die Haut des Negers unterscheidet sich von derjenigen des Europäers nur dadurch, daß die Lage des Malpighi'schen Netzes bedeutend mächtiger und die Zellen mit dem schwarzbraunen Pigmente überfüllt sind. Unter der Oberhaut liegt die Lederhaut, ein dichter Filz unter einander gewebter Fasern von Bindegewebe und elastischem Gewebe, zwischen denen sich noch glatte Muskelfasern befinden,

welche eigenthümliche Zuſammenziehungen bewirken, die wir mit dem Ausdrucke der „Gänſehaut" bezeichnen. Die der Oberhaut zugewandte Fläche der Lederhaut iſt nicht eben, ſondern mit einer Menge von Hervorragungen verſehen, welche bald nur hügelig, bald mehr zapfenartig erſcheinen und die man die Hautwärzchen genannt hat.

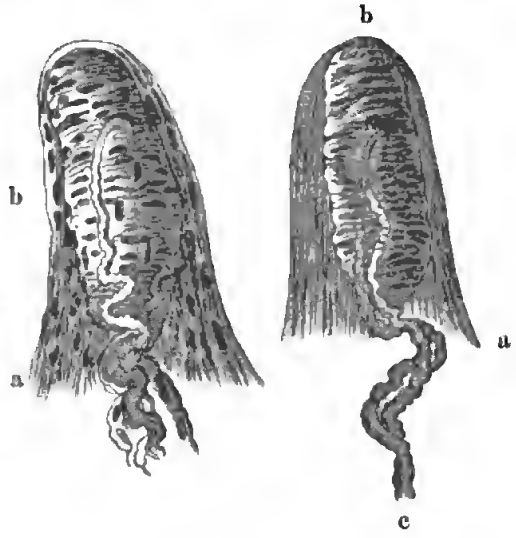


Fig. 31.

Zwei Taſtwärzchen der Haut. a. Von der Lederhaut gebildete Schicht. b. Inneres Polſter von Bindegewebe. c. Eintretende Nerven.

An der Innenſeite der Finger drängen ſich dieſe Hautwärzchen ſo zuſammen, daß ſie geſchwungene Linien bilden, die auf jedem Finger eine eigenthümliche Zeichnung darſtellen. Betrachtet man die Innenfläche der Hohlhand mit einer ſtärkeren Loupe, ſo ſieht man, daß ſowohl auf den vorragenden Leiſtchen, wie in den eingegrabenen Linien, durch welche dieſelben getrennt werden, feine Grübchen ſich öffnen, auf denen man oft ein kryſtallhelles Tröpfchen bemerkt. Dies ſind die Oeffnungen der Drüſen, von welchen ſich zweierlei Arten in dem Gewebe der Haut finden: die einen öffnen ſich meiſt in der Nähe der Haare oder in dem Kanal ſelbſt, worin das Haar ſteckt; ſie ſondern eine fettige, talgartige Maſſe ab, man nennt ſie Talgdrüſen (ſ. Fig. 32, S. 141); — die andern, die Schweißdrüſen, liegen alle

unter der Haut im Zellgewebe und senden einen korkzieherartig gewundenen Ausführungsgang durch die Schichten der Haut und Oberhaut hindurch bis auf die Oberfläche.

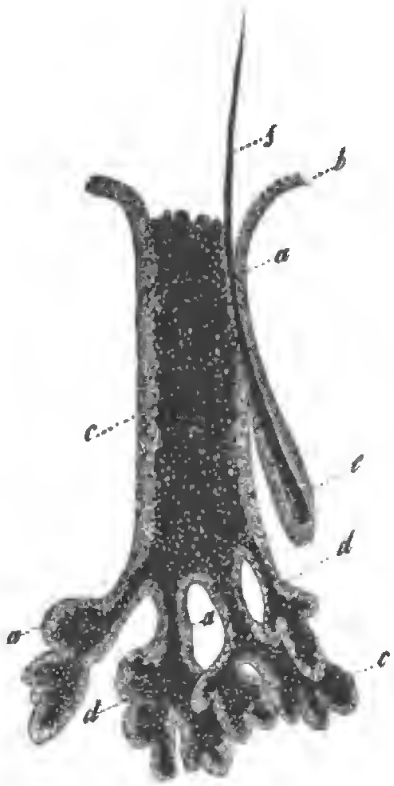


Fig. 32.

Talgdrüse von der Nase (Mitesser) mit einem Haarbalge. a. Innere Drüsenhaut bei b. in das Malpighi'sche Schleimnetz der Oberhaut übergehend; c. Ausführungsgang der Drüse, mit Talg gefüllt; d. Drüsentraubchen; e. der Haarsack; f. das darin steckende Haar.

Die meisten Schweißdrüsen finden sich sonderbarer Weise an der Sohle und an der Hohlhand, bekanntlich zwei Stellen, an denen man selten oder nie schwitzt; die größten lassen sich in der Achselhöhle antreffen. Man hat berechnet, daß in der Hohlhand, welche die meisten Schweißdrüsen besitzt, sich deren 2736 auf einem Quadratzolle Oberfläche befinden, während am Nacken und Rücken, wo sie am seltensten sind, nur etwa 417 auf dem Quadratzolle sich finden. Aus dieser Vertheilung der Drüsen geht schon hervor, daß ihre Beziehung zu dem Schweiße nicht exklusiv sein kann, sondern daß, wie auch aus anderen Betrachtungen hervorgeht, die Hautausdünstung unmittelbar, ohne Vermittelung der Drüsen, aus dem Blute der Haut geschieht.

In gewöhnlichen Zuſtänden iſt die Hautausſonderung nur eine Verdunſtung; die Stoffe gehen in Gasform, für uns unſichtbar, davon; — man kann ſich aber durch einen ſehr einfachen Verſuch davon überzeugen, daß dieſe Abſonderung eine beſtändige ſei. Zu dieſem Ende ſtecke man nur den Arm in einen Glascylinder, den man ſo gut als möglich feſt anſchließen läßt. Wenn auch keine Spur von Schweiß ſichtbar war, ſo wird doch der Cylinder bald inwendig beſchlagen, und endlich werden ſich an den Wänden Tropfen einer klaren, ſalzig ſchmeckenden Flüſſigkeit anſammeln, die viel flüchtige organiſche Stoffe enthält und deshalb ſehr leicht fault. Der Schweiß, welcher ſich in Tropfen auf der Haut ſammelt, enthält außer dieſen flüchtigen Stoffen ſtets eine bedeutende Menge von Harnſtoff und zwar ſo viel, daß in 24 Stunden 10—15 Gramm Harnſtoff, alſo etwa ein Drittel derjenigen Menge, welche in dem Harne abgeht, durch den Schweiß entleert werden kann. Je reichlicher der Schweiß wird, deſto weniger feſte Stoffe enthält er. Man begreift aber leicht, daß ſeine Abſonderung bis zu einem gewiſſen Grade die Harnabſonderung erſetzen kann, indem der hauptſächlichſte Ausſcheidungsſtoff, welcher im Harne vorkommt, ſich auch im Schweiße findet. Der Kohlenſäuregehalt der Hautausdünſtung iſt dagegen ſehr gering und kann in keiner Weiſe demjenigen der Athemluft verglichen werden.

Die Menge der Hautausdünſtung und beſonders die Schweißbildung hängt zunächſt von der Individualität ab. Die Einen ſchwitzen bei dem geringſten Anlaſſe, die Anderen nur ſehr ſchwer. Nächſt der Individualität aber äußern die Menge der genoſſenen Getränke, ſo wie die Temperatur und Trockenheit der Atmoſphäre den entſchiedenſten Einfluß auf die Menge des durch die Hautausdünſtung entleerten Waſſers, die wieder mit derjenigen des Urines balancirt. Je größer die Hitze, je trockener die Luft, deſto mehr verlieren wir durch Ausdünſtung und Schweiß; deſto gefärbter und waſſerarmer wird aber auch unſer Urin, während im Gegentheile in den kälteren Wintermonaten letzterer um ſo wäſſeriger wird, je mehr die Hautausdünſtung

auf ein Minimum zurücksinkt. Es wird aus diesen Thatsachen erklärlich, warum in heißen und warmen Klimaten das Verhältniß der unmittelbar wägbaren Ausleerungen, Koth und Harn, zu den gasförmigen, Haut- und Lungenausdünstung oder Perspiration, ein anderes ist, als in gemäßigten, kalten und feuchten Zonen. In den letzteren, wo die Luft fast beständig mit Feuchtigkeit geschwängert ist, bei durchschnittlich kühler Temperatur, wird durch Lungen und Haut weit weniger Wasser in Dampfform abgeschieden, als in heißen trockenen Gegenden, und je nachdem dies Wasser in Dampfform durch die Perspiration, oder in flüssiger Form durch die wägbaren Ausleerungen davon geht, neigt dieser Ausschlag mehr auf die eine oder die andere Seite.

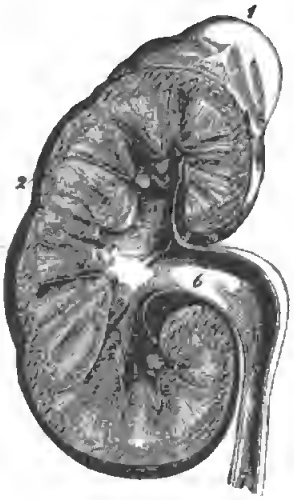


Fig. 33.

Die Niere, nebst dem Harnleiter, senkrecht durchschnitten, um die innere Structur zu zeigen. 1. Die Nebenniere, in Fett und Bauchfell eingehüllt. 2. Rindensubstanz mit geknäuelten Harnkanälchen. 3. Die Pyramiden der Marksubstanz, mit gestreckten Harnkanälchen. 4. Nierenwärzchen, in den Hohlraum der Niere hineinragend. 5. Hohlraum der Niere. 6. Anfang, 7. Fortsetzung des Harnleiters.

Die Nieren, welche den Harn absondern, sind bekanntlich zwei zu beiden Seiten der Lendenwirbelsäule in der Bauchhöhle symmetrisch gelegene, bohnenförmige Drüsen, welche bei dem Menschen etwa die Größe einer kleinen Faust haben. Durchschneidet man eine solche Niere der Länge nach, so sieht man, daß sie aus zwei wesentlich verschiedenen Substanzen zusammengesetzt ist. Nach Außen zeigt sich eine dunklere weichere Lage von Rindensubstanz, von unbestimmt körnigem Ansehen, die nach Innen hin in die blaßröthliche, streifige Marksubstanz übergeht,

welche in etwa 12—15 kegelförmige Abtheilungen, die sogenannten Pyramiden, getheilt ist. Die Spitzen der Kegel oder die Nierenwärzchen sind alle nach Innen gegen den Mittelpunkt der Niere gerichtet und enden frei in einem Hohlraume, dem sogenannten Nierenbecken, welches sich unmittelbar in den röhrenförmigen Harnleiter fortsetzt, der jederseits nach Unten läuft und in die Harnblase sich öffnet. Untersucht man die Struktur der Niere genauer (s. Fig. 34, S. 145), so sieht man, daß die Rindenmasse aus einer Unzahl vielfach hin und her gewundener Harnkanälchen besteht, welche allseitig von den Blutgefäßen umsponnen werden. Allmählich sammeln sich diese Harnkanälchen nach Innen zu, wobei sie zugleich einen gestreckteren Verlauf annehmen und so das streifige Ansehen der Pyramiden der Marksubstanz erzeugen. Mehr und mehr zusammenmündend öffnen sich endlich die Harnkanälchen an der Spitze der Nierenwärzchen und lassen hier den Harn in das Nierenbecken austreten, von welchem er dann durch den Harnleiter in die Blase abfließt. Die Harnleiter haben ringförmige Muskelfasern, durch deren wurmförmig nach unten fortschreitende Bewegung der Harn in die Blase geschafft wird. Es kommt zuweilen vor, daß bei Individuen mit fehlerhafter Ausbildung der Bauchdecken, in Folge ursprünglicher Mißbildung, die Vorderwand der Blase fehlt, so daß man in dieselbe hineinschauen und die Oeffnungen der Harnleiter unmittelbar beobachten kann. Man sieht dann, daß die Flüssigkeit aus diesen Oeffnungen tropfenweise in Absätzen oder zuweilen auch in feinem Strahle bei stärkeren Zusammenziehungen der Harnleiter hervortritt und sich in der Blase ansammelt, aus der sie bei gesundem Zustande nur von Zeit zu Zeit entleert wird.

Von besonderer Wichtigkeit erscheint in der Niere die Gefäßvertheilung. Die Nierenarterie, welche jederseits aus der großen Unterleibsschlagader, der Bauchaorta, entspringt, ist verhältnißmäßig sehr weit und theilt sich schnell in zahlreiche feine Netze, an denen besondere Gefäßknäuel hängen.

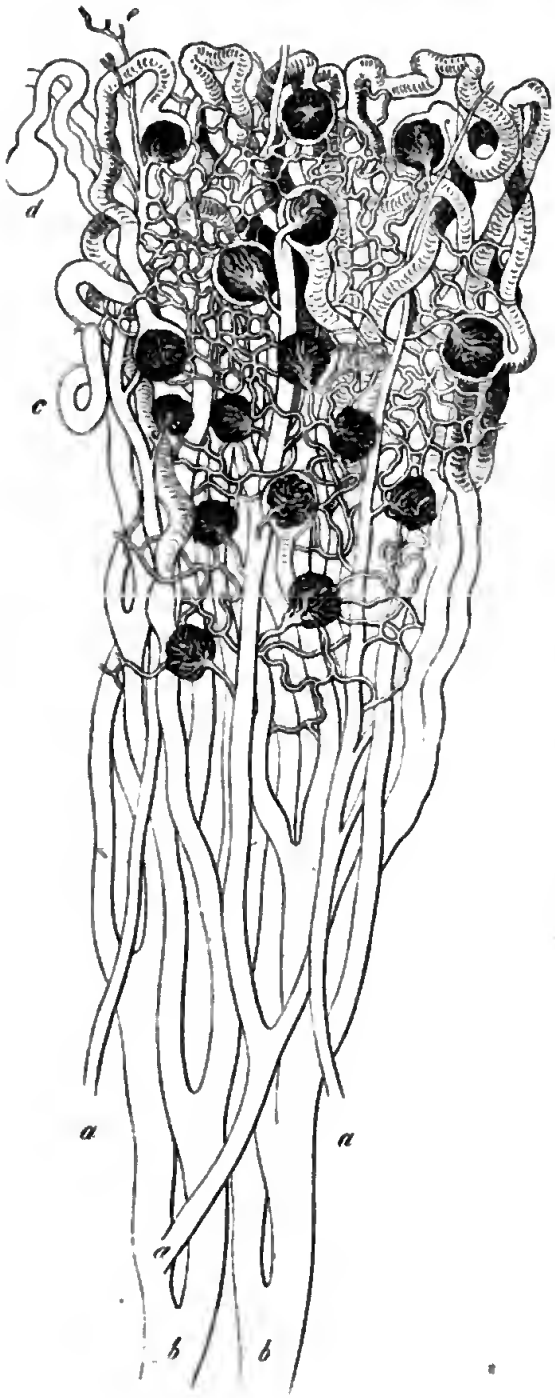


Fig. 34.

Schema der Nierenstructur: a. Arterienstämmchen, b. Harnkanälchen, in der Marksubstanz fast gerade verlaufend. c. Gewundene Harnkanälchen der Rindensubstanz, d. Gefäßknäuel derselben (Malpighi'sche Körperchen); e. Haargefäße der Rindensubstanz.

Ein jeder ſolcher Gefäßknäuel (ſiehe Figur 35), der mit dem bloßen Auge gerade noch als rothes Pünktchen geſehen wer-

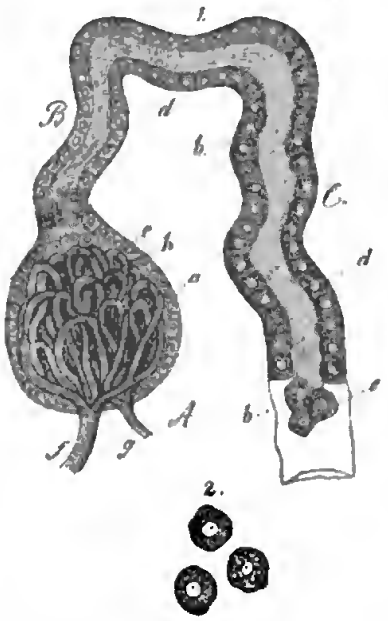


Fig. 35.

Ein Gefäßknäuel mit dem Harnkanälchen, das davon entſpringt. A. Malpighi'ſches Körperchen. B. C. Das Harnkanälchen. a. Aeußere Hülle des Körperchens, ſich fortſetzend in die äußere Haut b des Kanälchens. c. Innere Zellenlage des Körperchens, d. des Kanälchens. e. Losgelöſte Zellen. f. Einſtrömende, g. ausführende Arterie des Körperchens. h. Das Wundernetz des Knäuels. 2. Einige losgelöſte Zellen des inneren Ueberzuges.

den kann, iſt von einem einzigen Gefäße gebildet, welches ſich in mehrere Zweige ſpaltet, die ſich knäuelförmig zuſammenwinden und endlich wieder in ein einziges Gefäß ſammeln. Dieſes aus dem Gefäßknäuel hervortretende Arterienſtämmchen löſt ſich erſt einige Zeit nach ſeinem Austritte in das Haargefäßnetz auf, welches die gewundenen Harnkanälchen umſpinnt. Man nennt in der anatomiſchen Kunſtſprache die Auflöſung größerer Gefäßſtämme in feinere Zweige, die ſich wieder zu einem Gefäße von derſelben Natur ſammeln, Wundernetze. Ein ſolches Gefäßknäuelchen der Niere iſt mithin ein Wundernetz eines feinen Arterienzweiges, das ſich nur durch ſeine Zuſammenknäuelung vor anderen Netzen dieſer Art auszeichnet. Merkwürdig iſt aber das Verhalten dieſer Gefäßknäuelchen zu der Mechanik der Nierenabſonderung. Jeder Knäuel iſt dicht von einer feinen häutigen Kapſel umgeben, welche nichts Anderes iſt, als das blaſenförmig angeſchwollene Ende eines Harnkanälchens. Es beginnt alſo jedes Harnkanälchen mit einem hohlen Knopfe, in deſſen Höhle ein Gefäßknäuelchen ſteckt, eine Einrichtung, die ſich bei keiner anderen Drüſe wieder findet.

Die Harnabsonderung ist eine der wichtigsten Funktionen des ganzen Körpers, denn durch sie werden hauptsächlich die Produkte der Zersetzung stickstoffhaltiger Substanzen aus dem Körper geschafft; ja wenn man die geringe Quantität von Stickstoff, die sich in den Excrementen und der Hautabsonderung finden, außer Augen läßt, so ist der Harn die einzige Absonderung, durch welche der Stickstoff überflüssig gewordener Substanzen in Form eigenthümlicher Verbindungen aus dem Körper geschafft wird, während Haut- und Lungenausdünstung die Verbrennungsprodukte des Kohlenstoffes und des Wasserstoffes ausscheiden. Im normalen Zustande schwankt das spezifische Gewicht des Harnes zwischen 1,010 bis 1,030, in krankhaften Zuständen können dagegen beide Gränzen noch bedeutend weiter hinausgeschoben werden. Frischer Harn von gesunden Menschen und fleischfressenden Thieren ist stets sauer, und zwar rührt diese saure Reaktion nicht sowohl von freien Säuren, als von der Gegenwart des phosphorsauren Natrons her. Durch Zersetzung entwickelt sich schnell anfangs freie organische Säure, später aber, bei beginnender Fäulniß, Ammoniak, wodurch dann die saure Reaktion in eine alkalische übergeht. Die Menge des Harnes, welche täglich gelassen wird, ist außerordentlichen Schwankungen ausgesetzt, da sie einestheils mit der Menge des genossenen Getränkes, anderntheils aber mit der durch die Perspiration ausgedünsteten Wassermenge im genauesten Zusammenhange steht. Nach genauen Beobachtungen bei durchaus gleichförmiger Lebensweise betrug das Mittel des während 24 Stunden entleerten Urines im November 56 Loth, im December $57^1/_2$ L., im Januar 57 L., im Februar $54^1/_5$ L., März $46^1/_2$ L., April $40^2/_3$ L., Mai $40^1/_3$ L., und es ist zu bedauern, daß diese Messungen nicht während eines ganzen Jahres fortgesetzt wurden, um die regelmäßige Stufenleiter, welche die verhältnißmäßigen Mengen je nach den Jahreszeiten bilden, genau bestimmen zu können.

Als die beiden wesentlichsten Bestandtheile des Urins, welche im normalen Zustande nie fehlen, stellen sich zwei organische,

ſehr ſtickſtoffreiche Verbindungen dar: der Harnſtoff und die Harnſäure. 100 Theile Harnſäure enthalten gerade ein Drittel des Gewichtes Stickſtoff, und 100 Theile Harnſtoff nahezu die Hälfte, nämlich 46,67 auf 20 Theile Kohlenſtoff. Wenn ſchon es bemerkenswerth iſt, daß keine andere Sekretion des Körpers ſolche ſtickſtoffreiche Materien in bedeutender Menge enthält, ſo iſt noch beſonders zu berückſichtigen, daß keine andere organiſche Subſtanz den Stickſtoff in ſo bedeutender Menge enthält, als gerade dieſe beiden charakteriſtiſchen Beſtandtheile des Harns. Die eiweißartigen Körper, die Alkaloïde, enthalten weit weniger Stickſtoff, und man kann deshalb wenigſtens theoretiſch behaupten, daß die organiſchen ſtickſtoffhaltigen Subſtanzen dadurch in Harnſtoff und Harnſäure übergeführt werden können, daß ein Theil ihres Kohlenſtoffes und Waſſerſtoffes verbrennt, während der zurückbleibende Stickſtoff mit dem übrig bleibenden Kohlenſtoff und Waſſerſtoff eine Verbindung eingeht. Offenbar wird auch durch den Lebensprozeß definitiv in dem Körper dieſe Zerſetzung hergeſtellt, indem einerſeits der Harn die zurückbleibende Stickſtoffverbindung, anderſeits die Athmung die Kohlenſäure und das Waſſer aus dem Körper entführt. Außer dem Stickſtoff und der Harnſäure enthält der Harn auch noch bei den Continentalvölkern Europa's (nicht aber bei den fleiſchfreſſenden Engländern) ſtets eine kleine Menge Hippurſäure, die ſich bei Pflanzennahrung mehrt und auch namentlich bei den Pflanzenfreſſern die Harnſäure erſetzt, etwas Weniges Kreatin und Kreatinin, Stoffe, deren wir oben bei dem Fleiſche als Zerſetzungsprodukte der Muskelſubſtanz erwähnten, und eine eigenthümliche thieriſche Materie, welche überall in Geſtalt eines bräunlichen, harzartigen Körpers den chemiſchen Operationen hinderlich in den Weg tritt, und, wie es ſcheint, mehrere Farbſtoffe, ſowie einen beſonderen Riechſtoff enthält. Die Salze, welche in der Harnflüſſigkeit aufgelöſt ſind, beſtehen hauptſächlich aus phosphorſaurem Natron, Kalk und Talk, aus Kochſalz und Glauberſalz, und wechſeln außerordentlich, je nach der Beſchaffen-

heit der Nahrung, da faſt alle löslichen Salze mit großer Schnelligkeit in den Harn übergehen.

Die wichtigſte Rolle im Harne ſpielt ohne Zweifel der Harnſtoff, deſſen verhältnißmäßige Menge im Harne man ſchon aus dem ſpezifiſchen Gewichte erſchließen kann. In geſundem Zuſtande ſchwankt der Gehalt des Harnſtoffes in ziemlich bedeutenden Gränzen zwiſchen 15 und 37,5 Theilen in 1000 Theilen Harn; das Mittel mag etwa 25 bis 30 Theile betragen. Die Harnſtoffmenge, welche ein erwachſener Mann von 45 Jahren in 24 Stunden entleert, beträgt im Mittel 35 bis 38 Gramm. Die Beſtimmungen deſſelben Beobachters, der an einem wahren Fleiſch- und Fettkoloſſe von 215 Pfund Gewicht arbeitete, ergaben bei einer Frau von 43 Jahren und 180 Pfund 25,32 Harnſtoff, bei einem 132 Pfund ſchweren Mädchen von 18 Jahren 20,19 Harnſtoff, bei einem Knaben von 16 Jahren, der 97 Pfund wog, 19,86 Gramm durchſchnittlich in 24 Stunden. Man ſieht, daß dem Körpergewichte nach die Familie, welche dieſe Beſtimmungen lieferte, große Verhältniſſe zeigt, und demnach die Uebertragung dieſer Zahlen auf Menſchen von mittlerem Körpergewichte um ſo mehr erſt nach vorgängiger Reduktion anwendbar wäre, als die Fett- und Knochenmaſſen, welche Gerüſte dieſer Art ſtützen und umhüllen, ſehr bedeutend ſind, dieſe ſtickſtoffloſen Körper aber keinen Beitrag zur Harnbereitung liefern können. Sucht man die Zahlen aber ſo zu vergleichen, daß man die Menge des Harnſtoffes, die in 24 Stunden auf je ein Pfund Körperwicht ausgeleert wird, berechnet, ſo findet man, daß der Knabe verhältnißmäßig am Meiſten Harnſtoff produzirte, nach ihm der Mann, daß dann die Frau und zuletzt das Mädchen folgte, welches die geringſte Menge ergab. Wahrſcheinlich beruht dies Reſultat darauf, daß der Mann, wie dies gewöhnlich geſchieht, auch bei ſonſt gemeinſchaftlicher Familiennahrung, mehr Fleiſch und ſonſtige ſtickſtoffhaltige Stoffe zu ſich nahm, als der weibliche Theil der Familie, und daß der noch im Wachsthum befindliche Knabe verhältnißmäßig mehr Nahrung und

ſtickſtoffhaltige Nahrung zu ſich nahm, als die ſchon im Wachsthum vollendeten Perſonen.

Schon die einfachſte Erfahrung mußte nachweiſen, daß die Harnabſonderung durch die leiſeſten Veränderungen in Speiſe und Trank, ſowie im Verhalten des Körpers in Ruhe oder Bewegung mitbetroffen wurde; daß der größere oder geringere Sättigungsgrad ſowohl von der Aufnahme von Flüſſigkeiten, als von dem gleichzeitigen Spiel der Lungen und der Haut abhänge; daß die Zuſammenſetzung ſelbſt eine andere werden müſſe, je nach den Beſtandtheilen der Nahrung und den Zuſtänden des Körpers. Der Harn, ſeine Zuſammenſetzung und ſein Concentrationsgrad bietet gewiſſermaßen das empfindlichſte Barometer für alle wechſelnden Zuſtände des Organismus dar, und ſo viele Verſuche man auch bis jetzt über ſein Verhalten im geſunden und kranken Zuſtande gemacht hat, ſo ſind doch bei Weitem noch nicht alle Fragen erſchöpft, welche an dieſe Unterſuchungen geknüpft werden können.

Die Nahrungsmittel im engeren Sinne üben einen ganz beſonderen Einfluß aus : der Harn der pflanzenfreſſenden Thiere iſt nicht ſauer, ſondern alkaliſch; er enthält weniger Harnſtoff, als derjenige der fleiſchfreſſenden, und ſtatt der ſtickſtoffreichen Harnſäure die kohlenſtoffreiche oder ſtickſtoffarme Hippurſäure. Statt der phosphorſauren Salze enthält der Harn der Pflanzenfreſſer größtentheils kohlenſaure Salze, ſtatt des Kali hauptſächlich Natron. Es läßt ſich erwarten, daß durch Veränderung der Nahrung nach dieſer Richtung hin auch der Harn geändert werden kann. Einige Forſcher haben Verſuche dieſer Art an ſich ſelbſt angeſtellt, andere haben Hunde abwechſelnd mit verſchiedenen Stoffen gefüttert und die Reſultate hieraus gezogen. In neueſter Zeit erſt ſind Verſuchsreihen, an einem Hunde angeſtellt, veröffentlicht worden, welche freilich zu den entgegengeſetzten Schlüſſen führen müſſen, als die ſind, zu welchen die Beobachter gelangt zu ſein glauben. Denn es zeigt ſich bei dieſen Verſuchen auf das Deutlichſte, daß zwar allerdings ein Theil des abgeſonderten Harnſtoffes von der Metamorphoſe der

Gewebe herrührt, der größte Theil dagegen von der direkten Umwandlung der ſtickſtoffhaltigen Nahrungsſtoffe im Blute. In der That ſondern die Thiere während des Hungers eine beſtimmte Quantität von Harnſtoff ab, der wohl gewiß zum größten Theile vom Umſatze der Gewebe und beſonders des Muskelfleiſches abhängt und etwa derjenigen Menge von Harnſtoff gleich iſt, welche bei ſtickſtoffloſer Nahrung, wie z. B. Fett, abgeſondert wird. Dagegen wird die Menge des Harnſtoffes augenblicklich vermehrt, ſobald die Nahrungsſtoffe mehr Stickſtoff enthalten, und wird ſogar dann übermäßig, wenn die eingenommenen Subſtanzen nicht zur Ernährung des Körpers dienen. So wirkt z. B. Leim, der den Körper nicht ernährt, ganz in derſelben Weiſe wie Fleiſch, welches vollkommen ernährt, auf die Vermehrung der Abſonderung des Harnſtoffes ein. Wird die Stickſtoffnahrung übermäßig, ſo kann endlich der Harn der Stickſtoffausſcheidung nicht mehr genügen; — die Hunde verbreiten einen peſtilenzialiſchen Geſtank und dünſten offenbar ſtickſtoffhaltige Subſtanzen durch Haut und Lungen aus.

Die Verſuche haben ferner gelehrt, daß Arbeit, Muskelanſtrengung, Laufen in einem Rade z. B., die Harnſtoffmenge kaum vermehrt, wenn nicht die Nahrung ebenfalls ihren Einfluß äußert. Ja es ſcheint ſogar, als ob die zuweilen beobachtete Vermehrung der Harnſtoffabſonderung noch innerhalb der Gränzen der Beobachtungsfehler falle. Offenbar iſt alſo die Harnſtoffquelle, welche aus dem Umſatz der Körpergewebe ſprudelt, nur der geringere Theil der Harnſtoffproduktion, welche in dem Körper ſtattfindet, und wenn man, um dies Reſultat zu verdecken, die Electricität anruft, ſo heißt dies nur ein unbekanntes X an die Stelle eines leicht zu ergründenden Reſultates ſetzen.

Ueber den Uebergang fremder, von Außen eingeführter Stoffe in den Harn hat man vielfache Verſuche angeſtellt. Metalle, welche mit thieriſchen Stoffen unlösliche Verbindungen eingehen, wie Queckſilber, Blei, Eiſen; flüchtige, leicht verdampfende Stoffe, wie ätheriſche Oele, Weingeiſt u. ſ. w., finden ſich niemals im Urine wieder; letztere Stoffe werden durch die

für gasförmige Abscheidungen bestimmten Organe, die Lungen und die Haut, entfernt. Salze mit unorganischen Säuren und Basen, lösliche Farbstoffe, viele feste Riechstoffe, die nur durch ihre eigene langsame Zersetzung riechen, wie Moschus, Bibergeil ꝛc., endlich die organischen Basen Chinin, Cinchonin ꝛc. werden unzersetzt durch den Harn ausgeschieden. Andere Stoffe hingegen kommen nur in wesentlich verändertem Zustande wieder zum Vorschein. So wird der in den Nahrungsmitteln enthaltene freie Schwefel und Phosphor in oxydirtem Zustande als schwefelsaures und phosphorsaures Salz abgeschieden; so treten die meisten Salze, welche von einer organischen Säure gebildet werden, die essigsauren, apfelsauren Salze ꝛc., in dem Urine als kohlensaure Salze auf. In vieler Beziehung sind diese Veränderungen äußerst merkwürdig, indem sie nachweisen, daß auch innerhalb der Blutbahn nothwendig chemische Umsetzungen vorgehen müssen, und es somit wahrscheinlich machen, daß viele chemische Prozesse, welche wir in dem Körper beobachten, nicht allein in dem Parenchyme der Organe, während der Ernährung der Gebilde, sondern auch in dem kreisenden Blute selbst vor sich gehen. Man hat in der That nachgewiesen, daß milchsaure Alkalien, in die Venen eines Hundes eingespritzt, den Urin in kurzer Zeit alkalisch machen und darin als kohlensaures Salz nachweisbar sind. Ebenso beobachtet man, daß nach Einspritzung von Traubenzucker oder Kleister in die Venen der Urin nach kurzer Zeit alkalisch wird. Der veilchenartige Geruch des Harnes nach Einnahme von Terpentin, der Gestank nach Genuß von Spargeln beweisen ebenfalls Umsetzungen der genannten organischen Stoffe in der Blutbahn. Betrachtet man alle diese Veränderungen genauer, so zeigt sich, daß viele Stoffe zwar unverändert in dem Harne wieder auftreten, wenn sie gleich zuweilen bedeutende Veränderungen im Organismus bewirken; daß diejenigen Substanzen aber, welche in verändertem Zustande auftreten, fast alle höher oxydirt, mehr oder minder verbrannt sind, und dennoch wahrscheinlich in der Blutbahn selbst durch den Sauerstoff des arteriellen Blutes verändert wurden.

So viel iſt ein für allemal nachgewieſen, daß den geträumten heimlichen Harnwegen, welche die alten Phyſiologen zum Uebergange der Flüſſigkeiten aus dem Magen in die Nieren annahmen, keine Thatſache zum Grunde liegt. Eine genauere Kenntniß des Blutlaufes, der Auffaugung und Abſonderung, ſo wie die anatomiſche Unterſuchung haben gelehrt, daß dergleichen Wege nicht vorhanden ſeien und daß alle Stoffe, welche vom Magen oder Darmkanal aufgeſaugt werden, die Pfortaderzweige und die Lebergefäße, das rechte Herz, die Lungen, das linke Herz und die Arterien bis zu den Nieren mit dem Blutſtrome durchlaufen müſſen, ehe ſie in dem abgeſonderten Harne erſcheinen können.

So lang auch dieſer Weg ſcheinen mag, ſo wiſſen wir doch aus der Darſtellung des Blutkreislaufes, daß die Vollendung eines Umſchwunges der Blutmaſſe in dem Körper nur einer ſehr geringen Zeitfriſt bedarf. Es darf deshalb nicht verwundern, wenn man bei Menſchen, deren Harnblaſe durch die oben erwähnte urſprüngliche Mißbildung ſo geöffnet war, daß die Oeffnungen der Harnleiter dem Blick zugänglich waren, ſchon wenige Minuten nach der Aufnahme durch den Mund ſolche leicht lösliche Stoffe in dem abtröpfelnden Harne nachweiſen konnte, welche, wie z. B. Blutlaugenſalz, eine ausgezeichnete Reaktion beſitzen; — andere ſtark färbende Subſtanzen z. B. erſcheinen meiſtens erſt nach 10—20 Minuten; da aber während dieſer Zeit das Blut wenigſtens fünfmal im ganzen Körper kreiſt, ſo iſt dieſe Schnelligkeit der Abſonderung wohl begreiflich.

Die Mechanik der Abſonderungen überhaupt iſt indeß bei Weitem noch nicht ſo weit aufgeklärt, als es wünſchbar wäre. Es erſcheint zwar auf den erſten Blick ſehr einfach, anzunehmen, daß die in den Drüſengängen enthaltenen Flüſſigkeiten einfach aus den umſpinnenden Capillargefäßen ausgeſchwitzt ſind, allein mit dieſer Annahme ſind noch nicht alle Erſcheinungen hinreichend erklärt.

Erſt in neueſter Zeit hat man bemerkt, daß die Abſonderung gerade den entgegengeſetzten Einfluß auf das Blut äußert, als den, welchen man ihr früher zugeſchrieben hatte. Wenn eine

Drüse nicht in Thätigkeit ist, also keine Absonderung liefert, so ist das Blut, welches aus ihr zurückströmt, dunkeles, blaues, venöses Blut; sobald aber die Absonderung beginnt und der Drüsensaft zu fließen anfängt, röthet sich auch das durch die Drüsenvene strömende Blut mehr und mehr, bis es endlich die kirschrothe Farbe des Arterienblutes besitzt. An den Speicheldrüsen hat man gefunden, daß diese auffallende Erscheinung hauptsächlich von der Einwirkung verschiedenartiger Nerven abhängt, von welchen die einen den Blutlauf in den Haargefäßen beschleunigen, die anderen aber, wie wir später sehen werden, im Gegentheile hemmen und verlangsamen. Hier liegt also schon in erster Linie eine Thatsache vor, die bis jetzt noch keine genügende Erklärung finden dürfte. Daß die Absonderung der meisten Drüsen unter einer gewissen Herrschaft des Nervensystemes stehe und häufig durch bloße Erregung des Centralnervensystemes bedingt oder beschleunigt werden könne, ist eine alltägliche Erfahrung, und das Sprichwort, daß einem beim Anblicke einer lockeren Speise das Wasser im Munde zusammenläuft, nur ein volksthümlicher Ausdruck für die Vermehrung der Speichelabsonderung bei Erregung der Eßlust. Es kommen indeß hier noch andere Fragen in Betracht, die wir in Kürze erörtern wollen.

Sind die Drüsen einfache Filtrirmaschinen, welche den schon im Blute enthaltenen, aus der Ernährung hervorgehenden Stoff einfach absondern; oder wird im Gegentheile durch die Thätigkeit der Zellen, welche die Drüsen auskleiden, der Absonderungsstoff erst innerhalb der Drüse gebildet; oder finden endlich vielleicht beide Vorgänge zu gleicher Zeit statt, indem die Wandung der feinsten Drüsenkanälchen gewisse Stoffe, die im Blute schon vorhanden sind, abscheidet, die Thätigkeit der Zellen hingegen andere, welche nicht vorhanden waren, erst innerhalb der Drüse bildet?

Für alle diese Fragen lassen sich mehr oder minder schlagende Antworten durch Thatsachen anführen.

Vor allen Dingen darf man behaupten, daß die organischen, von der Natur selbst gewebten Filter, wie sie in den feinen Häuten des Bauchfelles, des Darmes, der Drüsen hergestellt sind, in

der That die vollkommensten sind, welche überhaupt gefunden werden können, indem sie die höchste Durchgänglichkeit für Flüssigkeiten mit dem größtmöglichen Widerstand gegen festere Stoffe, seien sie auch in noch so feine Körnchen vertheilt, verbinden. Da bei jedem Filter eine gewisse Kraft beobachtet wird, mit welcher die Flüssigkeit von den Poren des Filters angezogen wird, so kann man auch wohl annehmen, daß diese Kraft bei den feinen thierischen Häuten, aus welchen die Drüsengänge gewebt sind, nicht unbedeutend sein dürfte, ein Umstand, auf den wir sogleich zurückkommen werden.

Ferner kann nicht geleugnet werden, daß in jeder Drüse eine spezifische Anziehungskraft für gewisse Stoffe, die im Blute vorhanden sind, existiren müsse. Wäre dies nicht der Fall, so müßte jeder Drüsensaft alle in der Blutflüssigkeit enthaltenen aufgelösten Stoffe ebenfalls enthalten, was aber, wie wir wissen, nicht der Fall ist. Der Harn enthält im normalen Zustande kein Eiweiß, das freilich in krankhaften Zuständen ebenso wie Zucker übertreten kann, und die Proportion der verschiedenen Salze, die doch im ganzen Blute eine und dieselbe ist, erscheint in den Säften einer jeden Drüse verschieden. Offenbar muß also eine spezielle Anziehungskraft für gewisse Stoffe einem jeden Drüsengewebe zugeschrieben werden. Eine solche braucht aber nur einigermaßen stärker zu werden, um wirklich chemisch zersetzend und umbildend aufzutreten. Wir kennen in der unorganischen Chemie schon eine große Menge von Beispielen solcher Verwandtschaften zu Verbindungen, deren Elemente zwar vorhanden, welche aber erst durch eine gewisse Umbildung erzeugt werden sollen, und in der organischen Chemie treten diese Verwandtschaften eben so häufig auf. Holz z. B. besteht aus Kohle, Wasserstoff und Sauerstoff, und zwar diese letzteren in dem Verhältnisse, daß sie mit einander Wasser bilden. Die concentrirte Schwefelsäure hat eine ungemeine Verwandtschaft zum Wasser. Sobald Holz und Schwefelsäure zusammenkommen, wird ersteres zersetzt, sein Wasserstoff und Sauerstoff treten zusammen um Wasser zu bilden und die Kohle bleibt zurück; das Holz

verkohlt ſich. Chlorcalcium verbindet ſich ebenfalls ſehr begierig mit Waſſer; allein mit Holz zuſammengebracht übt es keine zerſetzende Wirkung auf das letztere aus; ſeine Verwandtſchaft zum Waſſer iſt nicht ſo ſtark, um eine Bildung dieſes Stoffes auf Koſten des Holzes zu veranlaſſen, während es das ſchon gebildete Waſſer begierig anziehen würde. Man ſieht, es iſt nur die Quantität, das Maß der anziehenden Kräfte, welches hier den Ausſchlag giebt, und in der That ſagen uns alle Thatſachen, daß ſowohl eine ſpezifiſche Filtration in der Blutflüſſigkeit ſchon vorgebildeter Stoffe, als auch Neubildung anderer Stoffe in den Drüſen vor ſich gehen müſſe. Wir haben geſehen, daß unzweifelhaft der Zucker in der Leber ſelbſt gebildet und nicht mittels der Pfortader zugeführt werde, wie manche Beobachter behaupten wollten; ja wir haben ſogar die beiden Stoffe, welche zu dieſer Leberzuckerbildung mitwirken, in dem Organe ſelbſt kennen gelernt. Nicht minder wiſſen wir, daß nach Ausrottung der Leber keine Gallenſtoffe in dem Blute nachgewieſen werden können, daß alſo dieſelben ebenfalls durch die Thätigkeit der Leber erzeugt werden müſſen. Wollen wir zu anderen Drüſen oder drüſenartigen Gebilden unſere Zuflucht nehmen, ſo ſehen wir, daß der Leberzucker in den Lungen zu Grunde geht und in dem von den Lungen zurückkehrenden Blute nicht mehr nachgewieſen werden kann, daß alſo auch hier ganz gewiß eine umwandelnde Thätigkeit und zwar wahrſcheinlich ein Verbrennen und Kohlenſäurebildung in den Lungen ſelbſt ſtattfinden müßte. Wir ſehen in allen übrigen Drüſen eigenthümliche Stoffe, Pepſin in den Labdrüſen, Speichelſtoff im Speichel, Heſe im Bauchſpeichel, die wir im Blute nicht auffinden können und für welche alſo die Annahme gelten könnte, daß ſie in den Drüſen ſelbſt erzeugt wurden. Indeſſen dürfte man auf dieſe letzteren Beiſpiele nicht zuviel geben, da die beregten Stoffe keine charakteriſtiſchen Reaktionen beſitzen, alſo leicht der Unterſuchung entſchlüpfen können, und andererſeits nur eine äußerſt geringe Menge derſelben im Blute vorhanden zu ſein brauchte, um nichts deſtoweniger die Abſonderung der Drüſe beſtändig zu unterhalten.

Auf der anderen Seite beſitzen wir nicht minder eine gewiſſe Anzahl von Thatſachen, welche uns beweiſen, daß gewiſſe Abſonderungsſtoffe wirklich im Blute vorgebildet vorhanden ſind und erſt durch die Drüſen einfach abfiltrirt werden. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß der größte Theil der Kohlenſäure, welche in den Lungen abgeſchieden wird, wirklich aus dem venöſen Blute ſtammt. Daſſelbe iſt für den Harnſtoff erwieſen. Neuere Unterſuchungen lehren, daß das Blut von Thieren (Stiere, Pferde, Hunde) im Mittel $^{2}/_{10,000}$ Harnſtoff enthält. Da nun die Blutmenge, welche in einer gegebenen Zeit eine Niere durchſtrömt, im geraden Verhältniſſe zum Gewichte dieſer Niere ſteht, ſo könnte man aus dem Gewichte der Nieren einerſeits und dem bekannten Harnſtoffgehalte des Blutes andererſeits mit Leichtigkeit berechnen, wieviel Harnſtoff in einer gegebenen Zeit mit dem Blute durch die Niere hindurchgetrieben wird. Und da fand ſich denn das überraſchende Reſultat, daß nur ein geringer Theil, etwa $^{1}/_{10}$ des durchgetriebenen Harnſtoffes, von der Niere wirklich angezogen und abgeſondert wird, während $^{9}/_{10}$ etwa durch die Nierenvene in die Blutbahn zurückgeleitet werden. Es kann alſo dieſen Unterſuchungen zufolge durchaus nicht in Abrede geſtellt werden, daß der Harnſtoff wirklich im Blute ſich vorgebildet findet und durch die Nieren und die Haut, wie wir oben ſahen, abfiltrirt wird. Derſelbe Schluß ergab ſich indeſſen auch ſchon aus dem Umſtande, daß nach der Ausrottung der Nieren, die man indeſſen niemals ohne tödtlichen Ausgang bei Thieren vornehmen kann, die Harnſtoffmenge im Blute vergrößert ſchien. Die aus der erwähnten grauſamen Operation gezogenen Schlüſſe konnten indeſſen um ſo mehr angegriffen werden, als eben der operative Eingriff ein ſolcher iſt, daß er alle Ernährungsverhältniſſe in tiefſter Weiſe angreift.

Faſſen wir indeß das Wechſelverhältniß, welches in der Ernährung beſteht, wohl in das Auge, ſo kommen wir nothwendig zu dem Schluſſe, daß die Bildung der Kohlenſäure aus der Ernährung der Körpergewebe, aus welcher ſie in das Blut gelangt, auch nothwendig die Bildung des Harnſtoffes oder eines ähnlichen,

ſehr ſtickſtoffreichen Körpers ſetzen müſſe. Die meiſten Beſtandtheile unſeres Körpers, wie Muskelfleiſch, Sehnenſubſtanz u ſ. w., enthalten alle eine ziemlich bedeutende Menge Stickſtoff, und nur die Fettarten, die aber auch zu den in wandelbarer Menge angehäuften Subſtanzen des Körpers gehören, entbehren des Stickſtoffes. Wird nun durch die Zerſetzung der ſtickſtoffhaltigen Subſtanzen ein Theil ihres Kohlenſtoffes in Kohlenſäure verwandelt, ſo muß nothwendig ein Körper überbleiben, der an Stickſtoff weit reicher iſt, als das zerſetzte Muskelfleiſch, und ein ſolcher Körper iſt uns in dem Harnſtoffe gegeben. Hundert Gewichtstheile Muskelfleiſch enthalten nur 15,72 Theile Stickſtoff, während in 100 Theilen Harnſtoff 46,48 Gewichtstheile Stickſtoff enthalten ſind. Wenn aber durch die Bildung der Kohlenſäure aus Muskelfleiſch ſomit die Entſtehung eines ſtickſtoffreichen Körpers nothwendig bedingt iſt, wenn die Gegenwart eines ſolchen, des Harnſtoffes, im Blute und im Sekrete der Nieren erwieſen iſt, ſo ſcheint mir, man könne über ſeinen Urſprung nicht länger zweifelhaft ſein.

Es fehlt ferner nicht ganz an direkten Verſuchen, welche für die Thätigkeit der Drüſen als Filtrirmaſchinen zu ſprechen ſcheinen. Der Magen hat bekanntlich ein ganz eigenthümliches Sekret, den Magenſaft, der von den unendlich vielen Labdrüschen geliefert wird, die in der Dicke ſeiner Schleimhaut eingebettet liegen. Sobald Nahrungsmittel in den Magen kommen, röthet ſich deſſen Schleimhaut vom größeren Blutandrange; während ſie vorher bleich und ſchlaff war, ſtrotzt ſie jetzt und überall bricht aus den Drüſenöffnungen der ſauere Magenſaft in Tröpfchen hervor und lagert ſich wie ein Thau auf der inneren Fläche ab. Dieſelben Erſcheinungen laſſen ſich beobachten, wenn man unmittelbar nach dem Tode des Thieres, welches zu dem Verſuche dient, warmes Blut in die Magengefäße ſpritzt. Die Abſonderung hat dabei ihren Fortgang, wie wenn das Thier noch lebte, und es iſt leicht, nachzuweiſen, daß der ſich bildende Magenſaft nicht in den Drüſen vorhanden war, ſondern erſt aus dem eingeſpritzten Blute abgeſchieden wird. Wenn man nämlich ein

leicht zu erkennendes Salz dem Blute, welches man einſpritzt, beimiſcht, findet ſich dieſes ſogleich in dem abgeſchiedenen Magenſafte wieder. Ich weiß wohl, daß man dieſen Verſuchen den Vorwurf machen könnte, ſie wären nicht entſcheidend, indem das eingeſpritzte Blut eben ſo gut nur als Reiz dienen könne, welcher die bildende Thätigkeit der Magendrüſen noch nach dem Tode anſporne; allein wie man auch die Sache anſehen möge, ſo helfen doch dieſe Thatſachen mit zur Conſtruirung eines Beweiſes, den ſie allein nicht liefern können.

Wir kommen alſo zu dem Schluſſe, daß die Abſonderungsthätigkeit der Drüſen durchaus nicht ſo einfach iſt, als man ſich dieſelbe wohl vorſtellen dürfte, indem einerſeits ſpezifiſche Stoffe aus der Blutflüſſigkeit abgeſchieden, andererſeits aber auch wirklich andere neu gebildet werden. Ob nun dieſe beiden Thätigkeiten, welche, wie wir oben nachwieſen, doch im Grunde zuſammenfallen, ob dieſelben an verſchiedene Formelemente der Drüſen gebunden ſind; ob die Filtration den feinen Häutchen der Drüſenſchläuche anheimfällt, die Neubildung dagegen den dieſe Schläuche immer auskleidenden Zellen : dieſe Frage zu entſcheiden dürften die vorliegenden Unterſuchungen noch nicht hinreichendes Material bieten. Das Mikroſkop kann nur geringe Auskunft ſchaffen, indem die meiſten ſpezifiſchen Drüſenſtoffe in den Flüſſigkeiten aufgelöſt, alſo der ſichtlichen Wahrnehmung unzugänglich ſind, und die Chemie iſt bis jetzt ebenfalls außer Stande, genügende Antwort zu ertheilen, da die Trennung der Drüſenzellen von dem ſie umſpülenden Drüſenſafte ſo, wie es zu einer chemiſchen Unterſuchung nöthig wäre, unausführbar iſt.

Sucht man die Mengen der von den einzelnen Drüſen gelieferten Flüſſigkeiten zu beſtimmen, ſo fallen dieſelben, wie wir auch an einzelnen Beiſpielen ſahen, ſehr bedeutend aus, und bei einzelnen Drüſen, wie z. B. der Leber, kann es keinem Zweifel unterliegen, daß ein großer Theil der Abſonderung in der That wieder in den Blutſtrom zurückkehrt. Es findet alſo innerhalb der Drüſen eine bedeutende Fortſchaffung von Flüſſigkeit nach außen hin ſtatt, und es fragt ſich, welches denn hier die fortbe-

wegende Kraft eigentlich ſei. In den Ausführungsgängen der größeren Drüſen kann man ringförmige Lagen glatter Muskelfaſern unterſcheiden, welche durch ihre wurmförmig von innen nach außen fortſchreitenden Bewegungen die Abſonderung weiter befördern und auf dieſe Weiſe im Inneren der Drüſe Raum ſchaffen; allein dieſe Kraft genügt nicht zur Fortbewegung der Flüſſigkeit innerhalb der häufig ſehr gewundenen und verwickelten Drüſengänge, die ſich doch in gewiſſen Fällen, z. B. bei Verſchließung der Ausführungsgänge, faſt bis zum Berſten mit abgeſonderter Flüſſigkeit füllen. Hier dürften denn zwei bewegende Elemente vorzugsweiſe eintreten: einerſeits die oben ſchon erwähnte Anziehungskraft der filtrirenden Wandungen der Drüſengänge, welche gewiſſermaßen als ein Druck aufgefaßt werden kann, der beſtändig Flüſſigkeit in die Gänge hineinpreßt, andererſeits die Capillarität der Drüſengänge, welche ſo eng ſind, daß ſie ebenſo wie Haarröhrchen wirken und demnach mittels einer gewiſſen Kraft die in ihnen enthaltene Flüſſigkeit weiter ſchieben. Der Seitendruck des Blutes, dem man früher dieſe fortſchiebende Kraft zuſchreiben zu müſſen glaubte, kann, wie genauere Verſuche lehren, in keiner Weiſe für die Fortbewegung der Drüſenſäfte angerufen werden.

Siebenter Brief.

Die Aufsaugung.

Alle Gewebe unseres Körpers, so fest oder trocken sie auch erscheinen mögen, sind dennoch beständig von Flüssigkeit durchtränkt. Die Wandungen der Gefäße, innerhalb welcher das Blut und die Lymphe unseres Körpers sich bewegen, sind durchdringlich für wässerige Stoffe, und daß diese Durchdringung beständig stattfinde, dies lehrt die tägliche Erfahrung. In diesem so äußerst einfachen Verhältnisse aber ist der ganze Prozeß der Ernährung, der Absonderung, der Aufsaugung begründet; denn alle Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Substanzen und Geweben des Körpers geschehen nicht unmittelbar, sondern werden durch feuchte Membranen vermittelt. Die Blutbahn ist überall in sich abgeschlossen; nirgends existirt eine offene Mündung eines Gefäßes; die Lymph- und Chylusgefäße sind ebenfalls, wenigstens der Meinung der meisten Forscher zu Folge, von allen Seiten geschlossene Röhren; der Verdauungskanal ist nur nach Außen, nirgends in die Gewebe des Körpers geöffnet, die absondernden Kanäle befinden sich in demselben Falle, sie stehen nur mit der äußeren Oberfläche, nicht aber mit den Blutgefäßen, aus welchen sie ihr Sekret ziehen, in unmittelbarem Zusammenhange. Der Uebergang von Stoffen aus dem Darmkanale in das Blut oder die Lymphe und aus der Blutbahn in die absondernden Organe, mit einem Worte, der ganze vegetative Lebensprozeß wäre demnach eine reine Unmöglichkeit, wenn nicht

alle dieſe Röhren, Kanäle und Flächen in ſolcher Art gewebt wären, daß Flüſſigkeiten durch ſie hindurchdringen und der Stoffwechſel auf dieſe Weiſe vor ſich gehen könnte.

Jedermann weiß aus der täglichen Erfahrung, daß trockene organiſche Stoffe in wäſſerige Flüſſigkeiten gelegt eine gewiſſe Menge davon aufſaugen, und durch dieſe Aufſaugung ſelbſt einen bedeutenderen Raum einnehmen oder *quellen*. Dieſe Quellung verändert in der einflußreichſten Weiſe die phyſikaliſchen Verhältniſſe der Organe, namentlich ihre Elaſticität und Dehnbarkeit, und es iſt nicht zu viel geſagt, wenn man behauptet, daß ohne die beſtändige Durchdringung unſerer ſämmtlichen Organgewebe mittelſt der aus dem Blute ausgeſchwitzten Flüſſigkeit ſowohl vegetatives Leben als Bewegung des Organismus durchaus unmöglich wäre. Das Maß von Flüſſigkeit, welches die einzelnen Gewebe bei der Quellung aufnehmen, iſt ſehr verſchieden, je nach der Zuſammenſetzung der Flüſſigkeit ſelbſt, ſowie nach dem Zuſtande, in welchem ſich das Gewebe befindet. So hat man, um nur ein Beiſpiel anzuführen, gefunden, daß 100 Gewichtstheile trockene Ochſenblaſe in 24 Stunden mehr als das doppelte ihres Gewichtes, nämlich 268 Theile Waſſer, dagegen nur 133 Theile Salzwaſſer, 38 Theile Weingeiſt und 17 Theile Knochenöl in ſich aufnehmen. Fleiſch nimmt um ſo weniger Salzwaſſer an, je ſtärker der Gehalt deſſelben an Salz iſt, und darauf beruht die in Haushaltungen bekannte Erſcheinung, daß bei dem Einpökeln des Fleiſches das Salz aus dem Fleiſch Waſſer herauszieht und eine Salzlake gebildet wird, auch ohne daß man Waſſer hinzuſchüttet. Das friſche Fleiſch, welches mit dem wenig eiweißhaltigen Waſſer der Blutflüſſigkeit vollſtändig durchtränkt iſt, kann nicht die gleiche Menge von geſättigtem Salzwaſſer aufnehmen, und es wird demnach durch den Salzgehalt ein Ueberſchuß von Waſſer aus dem Fleiſche herausgepreßt.

Die Quellung und vollſtändige Durchdringung der organiſchen Gewebe mit Flüſſigkeit iſt die erſte und nothwendige Bedingung des beſtändigen Stoffumſatzes, welcher in dem Organismus vor ſich geht. Die thieriſchen Häute ſind alle, mit wenigen

Ausnahmen, aus Faſern gewebt, zwiſchen welchen Blutgefäße, Nervenfäden und Lymphgefäße in mancherlei Maſchennetzen ſich durchſchlingen. Die Zwiſchenräume, welche das Gewebe bildet, bieten den hauptſächlichſten Hebel der Austauſchungen dar, welche in dem Innern des Parenchyms vor ſich gehen. Sobald nämlich eine thieriſche Haut auf beiden Seiten mit Flüſſigkeiten in Berührung kommt, die unter ſich irgend eine Verſchiedenheit bieten, mag dieſe Verſchiedenheit nun qualitativ oder quantitativ ſein, ſo geſchieht ein Austauſch der Beſtandtheile zwiſchen beiden Flüſſigkeiten, der durch das Gewebe der Haut ſelbſt vermittelt wird und ſo lange anhält, bis das Gleichgewicht auf beiden Seiten hergeſtellt iſt. Man hat dieſe Erſcheinung Endosmoſe genannt, und vielfache Verſuche haben uns dieſe Erſcheinung in mannichfaltigſter Weiſe kennen gelehrt. Die Erſcheinung der Endosmoſe an ſich iſt ungemein leicht zu beobachten. Man braucht zu dieſem Ende nur ein Stück von dem Darme eines Thieres an beiden Enden zuzubinden, nachdem man es ſchlaff mit Weingeiſt gefüllt hat, und es dann in ein Gefäß mit Waſſer zu legen. Bald ſchwillt das Darmſtück an, es füllt ſich vollſtändig, und wenn man, ehe es durch übermäßige Anfüllung platzt, die darin angehäufte Flüſſigkeit unterſucht, findet man, daß ſie aus wäſſerigem Weingeiſte beſteht. Das Waſſer iſt mithin von außen her durch die Darmhäute in die innere Höhle gedrungen und hat ſich mit dem darin befindlichen Weingeiſte gemiſcht. Allein das Waſſer in der Schüſſel, in welcher der Darm lag, bietet einen ſchwachen alkoholiſchen Geſchmack dar, und es ergiebt ſich, daß auch einiger Weingeiſt nach außen gedrungen und ſich mit dem Waſſer gemiſcht hat. Es iſt mithin durch die Darmhaut ein wirklicher Austauſch zwiſchen den beiden Flüſſigkeiten vermittelt worden, wodurch eine jede derſelben Beſtandtheile von der andern erhalten hat; nur mit dem Unterſchiede, daß die eine mehr, die andere weniger empfing und ein einſeitiges Uebergewicht ſtatt hat. Man hat deshalb nicht mit Unrecht die Endosmoſe eine Einſaugung mit doppelter Strömung genannt, wobei meiſt der eine Strom mächtiger iſt, als der andere.

Bindet man eine lange Glasröhre, in welche man etwas Weingeist gegossen hat, mit Blase zu und taucht sie in ein Gefäß mit Wasser, so bemerkt man, daß die Flüssigkeit in der Röhre steigt und selbst bis zu bedeutender Höhe über das Niveau des Wassers sich emporhebt. Die Kraft der Anziehung, welche durch die Blase ausgeübt wird, ist demnach ziemlich bedeutend und kann deshalb fast bis in's Unendliche fortwirken, weil die Poren der Blasenhaut zu fein sind, als daß ein hydrostatischer Druck durch dieselben sich fortpflanzen könnte. Die Flüssigkeit in der Röhre befindet sich demnach dem Niveau der umgebenden Flüssigkeit gegenüber fast so, als wenn die Röhre an ihrem Ende gänzlich geschlossen wäre. Es erklärt diese Erscheinung auch die in den Drüsengängen wirkende Kraft der Fortschaffung, indem nothwendig eine beständige Endosmose zwischen dem Drüsensafte und dem Blute stattfinden muß, deren stärkerer Strom nach den Drüsengängen hin gerichtet ist.

Die hauptsächlichste Bedingung, welche zur Hervorbringung der Endosmose nöthig ist, betrifft die chemischen Eigenschaften der Flüssigkeiten, welche man mit der thierischen Haut in Berührung bringt. Es ist leicht einzusehen, daß Stoffe, welche das Gewebe der Membran zerstören oder ihre Porosität durch Verbindung mit ihren Elementen aufheben, daß solche Stoffe auch unfähig sind, endosmotische Erscheinungen hervorzubringen. So kann z. B. eine Mineralsäure, wie etwa Schwefelsäure, in verdünnten Auflösungen endosmotisch durchgeführt werden, während sie in concentrirtem Zustande die Membran zerstört und keiner Endosmose fähig ist. Eine Vergiftung mit Nordhäuser Schwefelsäure, die bei dem Gebrauche der letzteren zu verschiedenen Gegenständen der häuslichen Oekonomie leider nicht selten vorkommt, tödtet nicht dadurch, daß, wie bei Opium oder einem andern Gifte dieser Art, der verderbliche Stoff in das Blut aufgenommen wird und von hieraus wirkt; sondern sie tödtet durch Zerstörung der Schleimhäute des Mundes und Magens und durch die brandige Entzündung, welche die nothwendige Folge einer solchen Zerstörung ist.

Ein zweiter wichtiger Grundſatz iſt der, daß die Flüſſigkeiten, welche endosmotiſch durch eine Membran gehen ſollen, mit der Flüſſigkeit, welche dieſe Membran ſelbſt tränkt, miſchbar ſein müſſen. Eine mit Waſſer getränkte thieriſche Haut kann noch ſo lange mit Oel in Berührung ſtehen, es wird kein Tropfen der fettigen Flüſſigkeit durch ſie hindurchdringen, eben weil Oel und Waſſer nicht mit einander miſchbar ſind; ebenſo werden mit Oel und Fett getränkte Membranen wäſſerigen Flüſſigkeiten keinen Durchgang geſtatten. Es leidet indeß dieſes Geſetz eine Ausnahme, ſobald die Fette ſo fein zertheilt ſind, daß ſie durch die Poren hindurchdringen können, ein Durchgang, der dann beſonders erleichtert wird, wenn ſich die aufs Feinſte zertheilten Fette milchartig in Flüſſigkeiten aufgeſchwemmt finden, welche verſeiftes Fett in Auflöſung enthalten. Wir haben bei der Darſtellung der Verdauungsthätigkeit geſehen, daß bei weitem nicht alles im Darmkanal aufgenommene Fett verſeift wird, ſondern daß das meiſte in mechaniſch fein zertheiltem Zuſtande in die Blut- und Lymphgefäße übergeführt wird. Wäre dies nicht der Fall, ſo würde die Aufnahme unverſeifter Fette überhaupt unmöglich ſein, da alle thieriſchen Gewebe ſtets mit eiweißhaltiger wäſſeriger Flüſſigkeit durchtränkt ſind. Indeß iſt damit, daß ein Uebertritt in größeren Tropfen nicht ſtattfinden kann, dennoch nicht geſagt, daß wäſſerige und fette Flüſſigkeiten ganz ohne Einwirkung auf einander ſeien; man hat im Gegentheile gefunden, daß dieſe Flüſſigkeiten, auch ohne ſich zu miſchen, dennoch diejenigen Stoffe unter einander austauſchen, welche in beiden lösbar ſind.

Zur Herſtellung einer endosmotiſchen Strömung genügt, wenn die beiden genannten Bedingungen erfüllt ſind, eine jede Verſchiedenheit zwiſchen den beiden Flüſſigkeiten, mag dieſelbe nun durch ihre Zuſammenſetzung oder ihre Dichtigkeit gegeben ſein. Auflöſungen von chemiſch verſchiedenen Stoffen tauſchen ſich eben ſo gut unter einander aus, als Auflöſungen deſſelben Stoffes, welche einen verſchiedenen Concentrationsgrad beſitzen. Eine ſchwache Auflöſung von Eiweiß auf der einen, eine ſtarke

Lösung auf der anderen Seite werden sich so lange mit einander austauschen, bis beide zu derselben Dichtigkeit gelangt sind, und zwar wird der Hauptstrom von der wässerigen Flüssigkeit gegen die concentrirte statthaben. Es giebt diese Erscheinung den Schlüssel zu der schnellen Aufnahme wässeriger Flüssigkeiten innerhalb des Darmkanales. Getränke verschwinden fast augenblicklich, und nach einigen Augenblicken erscheinen sie, ausgeschieden aus dem Blutstrome, im Harne. Man kann nun aber das Blut füglich als eine Auflösung von Eiweiß und Faserstoff betrachten, als eine Flüssigkeit von einer Concentration, die weit bedeutender ist, als die der meisten unserer Getränke. Sobald diese letzteren in dem Magen angelangt sind, entsteht ein lebhafter endosmotischer Strom in die Blutgefäße, und die Flüssigkeit wird so lange in den Blutstrom hinübergerissen, bis sie auf gleichem Dichtigkeitsgrade mit dem Blute steht. Die große Schnelligkeit, womit dieser ganze Vorgang sich vollendet, ist leicht erklärlich aus der ungemeinen Dünne und Zartheit der Membranen, durch welche der Austausch vor sich geht. Die Capillaren und die Lymphgefäße, welche ihre Netze in den Falten der Magenschleimhaut, in den Zotten des Darmes bilden, sind aus äußerst zarten Häuten gewebt, und die darüber gezogene Decke von Zellen, welche die äußerste Lage der Zotten bildet, ist ebenfalls nur dünn und sehr porös. Je feiner aber eine die Endosmose vermittelnde Haut ist, desto schneller geht der Austausch zwischen zweien, dieselbe berührenden Flüssigkeiten vor sich.

Versuche der neuesten Zeit haben nachgewiesen, daß auch der Bau der Häute einen wesentlichen Einfluß auf die Schnelligkeit des Austausches in gewisser Richtung habe. Der Hauptstrom geht, wie schon oben bemerkt wurde, bei Auflösungen derselben Substanz von verschiedenem Dichtigkeitsgrade von der schwächeren Lösung nach der concentrirteren hin. Man hat nun bemerkt, daß in jeder Membran eine gewisse Richtung vorherrscht, nach welcher hin die Endosmose schneller und leichter vor sich geht. So hat man beobachtet, daß bei Anwendung der äußeren Haut der Austausch weit schneller und mit weit größerer Intensität vor sich geht, wenn die concentrirte Lösung auf der äußeren,

die ſchwächere auf der inneren ſich findet, der Strom mithin von Innen nach Außen geht, als wenn der umgekehrte Fall eintritt; bei gewiſſen Schleimhäuten hat man bemerkt, daß der Strom leichter von Außen nach Innen geht. Es verſprechen dieſe Verſuche, wenn ſie weiter fortgeſetzt werden und ihr Prinzip ſich beſtätigt, wichtige Aufſchlüſſe über die Natur gewiſſer Häute, und wenn nachgewieſen werden könnte, daß in allen abſondernden Membranen der Strom leichter von Innen nach Außen, in allen aufſaugenden dagegen in umgekehrter Richtung vor ſich geht, ſo würde dies ein unerwartetes Licht auf die Erſcheinungen der Abſonderung und Aufſaugung werfen.

Von bedeutendem Moment iſt noch, wie man ſich leicht denken kann, die Strömung und Bewegung der Flüſſigkeit, und es kann dieſelbe in der That manche andere beſtimmende Momente der Stromesrichtung mehr oder minder bedeutend modifiziren. Ruht eine Flüſſigkeit, während eine andere an der trennenden Scheidewand ſich hinbewegt, ſo wird die Tendenz des endosmotiſchen Stromes ſchon deshalb nach der bewegten Flüſſigkeit gehen, weil ſtets neue Theile derſelben mit der Scheidewand in Berührung kommen, und wenn die Geſchwindigkeit bedeutend genug iſt, um einer vollſtändigen Sättigung entgegen zu wirken, ſo wird auch die Aufnahme aus der ruhenden Flüſſigkeit um ſo ſchneller vollendet ſein. Die günſtigſten Beziehungen dieſer Art ſind an dem Darm wie an der Lunge entwickelt, wo das in ſtetem Umſchwunge befindliche Blut, in tauſend Röhren vertheilt, ſchnell genug umhergetrieben wird, um die in den Hohlräumen der genannten Organe befindlichen luftförmigen oder flüſſigen Maſſen als ruhend erſcheinen zu laſſen. Die Aufſaugung iſt deshalb weſentlich in beiden Organen durch dies einfache Verhältniß der Blutgefäße begünſtigt, und bei den Lungen iſt dieſe Begünſtigung noch größer, als bei dem Darme, weil die Blutgefäßmaſchen in den Lungen außerordentlich eng, die Haargefäße ſelbſt aber verhältnißmäßig weit und ihre Wände äußerſt dünn ſind. Es iſt deshalb auch vollkommen gleichgültig, ob man eine Subſtanz, ein Gift z. B.,

direkt in den Blutstrom oder in die Lungen spritzt, da die Aufsaugung in den Lungen in fast unmeßbar geringer Zeit geschieht. Es erklärt sich aber auch aus demselben Umstande, weshalb giftige Dämpfe und Gasarten, die der atmosphärischen Luft beigemengt sind und geathmet werden, so außerordentlich gefährlich sind und selbst in kleinen Mengen bedeutende Wirkungen auf den Organismus hervorbringen. Nicht minder erklärt sich aus der Einrichtung, die am Darme stattfindet, der Umstand, daß manche Beobachter bei lebenden Thieren keine Erscheinungen der Endosmose wahrnehmen konnten. Versuche dieser Art wurden in folgender Weise gemacht. Man öffnete die Unterleibshöhle eines lebenden Thieres, isolirte ein Stück Darm, in das man die wässerige Auflösung eines leicht erkennbaren Salzes spritzte, unterband das Darmstück auf beiden Seiten, so daß die Flüssigkeit nicht in den übrigen Darm eindringen konnte, und brachte Alles in die Bauchhöhle zurück. Nach einer halben Stunde etwa zog man die unterbundene Darmschlinge wieder hervor und untersuchte, ob die eingespritzte Flüssigkeit auf die Außenfläche des Darmes durchgedrungen sei. Man erhielt, wie sich von selbst versteht, ein negatives Resultat. Blutgefäße und Lymphgefäße hatten begreiflicher Weise das in die Darmhaut Eingedrungene fortgeschafft, da die Bewegung der in ihnen enthaltenen Flüssigkeiten in keiner Weise gestört worden war.

Betrachten wir den Darmkanal im Großen, so erscheint er als ein enges, in die Länge gezogenes Rohr, auf dessen innerer Oberfläche ein außerordentlicher Reichthum von Capillargefäßnetzen, so wie von Lymphgefäßen sich entwickelt hat. Das zu dem Darmkanale strömende Blut wird durch mehrere Zweige der großen Körperschlagader, der Aorta, geliefert; das von dem Darme zurückströmende Blut tritt in der Pfortader zu einem Stamme zusammen, um sich dann wieder in dem Haargefäßnetz der Leber zu verzweigen. Die Lymphgefäße, deren Endigungen in den Zotten der Darmschleimhaut wir oben kennten lernten, treten in einzelne Stämme zusammen, welche in den Lymphdrüsen des Gekröses sich knäuelartig verwickeln, dann aber ihren

Weg nach dem Milchbruſtgange fortſetzen, der ſich in die linke Schlüſſelbeinvene ergießt. Alle dieſe Gefäße enthalten beſtändig Flüſſigkeit; — die einen Blut, die andern Milchſaft; ihre Wände ſind aus feinen Häuten gewebt und demnach beſtändig von Flüſſigkeit durchdrungen; die Schleimhaut des Darmkanals iſt ebenfalls jederzeit mit Flüſſigkeit getränkt; es muß alſo nothwendig ein ſteter Austauſch von Stoffen zwiſchen den Blut- und Lymphgefäßen einerſeits und dem Darmkanale andererſeits Statt haben. Auf dieſe Weiſe kann man ſchon von vorn herein, nur aus der Kenntniß der anatomiſchen Anordnung des Ganzen, den Schluß ziehen, daß den im Darmkanale von Außen her aufzunehmenden Stoffen zwei Wege gegeben ſind, um in die Blutbahn und zwar in das venöſe Blut zu gelangen: ein direkter, durch die Lymphgefäße, wo die Subſtanzen kein abſonderndes Organ mehr durchlaufen und unmittelbar in die Venen ergoſſen werden, und ein längerer durch die Capillargefäße des Blutſyſtemes, welche erſt als Pfortader in dem abſondernden Organe der Leber ſich verzweigen, ehe ſie in die Hohlvene einmünden. Man hat den Haargefäßen lange Zeit hindurch alles und jedes Aufſaugungsvermögen abgeſprochen und daſſelbe lediglich den Lymphgefäßen vindicirt; — andere haben, durch die große Schnelligkeit, womit Stoffe in das Blut übergehen, überraſcht, den Capillargefäßen und den Venen einzig und allein die Funktion der Aufſaugung zugeſprochen und die Lymphgefäße als eine Art Luxusartikel in der thieriſchen Oekonomie betrachten wollen; — die Wahrheit liegt auch hier, wie ſo oft, in der Mitte, und es handelt ſich nur darum, jedem dieſer Gefäße die ihm zugehörige Rolle in der für die Exiſtenz des Organismus ſo wichtigen Funktion der Aufſaugung nachzuweiſen.

Die Lymphgefäße der höheren Thiere beſitzen keinen ſolchen bewegenden Mechanismus, wie das Blutgefäßſyſtem; es exiſtirt kein Herz in der ganzen Ausbreitung der Lymphgefäße, wodurch der Inhalt nach einer gewiſſen Richtung hin getrieben werden könnte. Bei den niederen Thieren verhält ſich das anders; die Fiſche, die Amphibien, die Vögel beſitzen contractile Lymph-

herzen, durch welche die Lymphe in die Venen übergetrieben werden kann. Bei den Säugethieren und dem Menſchen fehlt ein ſolcher Apparat gänzlich, es müſſen hier alſo andere bewegende Urſachen der Lymphe und des Milchſaftes aufgeſucht werden. An der Thatſache des Strömens dieſer Flüſſigkeiten innerhalb der Lymphgefäße nach dem Milchbruſtgange und der linken Schlüſſelbeinvene hin kann nicht gezweifelt werden, und es iſt leicht, ſie in einem Verſuche zur Anſchauung zu bringen. Schon die Richtung der im Innern der Lymphgefäße angebrachten Klappen deutet darauf hin. Man kann die Lymphgefäße nicht vom Stamme aus gegen die Aeſte hin einſpritzen, wie etwa die Arterien; die im Inneren befindlichen Klappen ſtellen ſich ſogleich auf und verwehren der Flüſſigkeit den Durchgang. Oeffnet man bei einem jungen, ſäugenden Thiere den Unterleib und breitet das Gekröſe aus, um die Milchgefäße, welche vom Darme herkommen, in ihrer ganzen Ausdehnung überſchauen zu können, ſo zeigen ſich dieſe Lymphgefäße ſtrotzend mit einem milchweißen Chylus erfüllt. Legt man einen Faden um eines derſelben, ſo füllt ſich die Strecke des Milchgefäßes zwiſchen dem Faden und dem Darme bis zum Berſten an, und bei einem Einſtiche in das Gefäß ſpritzt der Inhalt im Bogen hervor, während von dem Faden weg nach dem Milchbruſtgange hin das Gefäß ſich nach der Unterbindung entleert hat. Derſelbe einfache Verſuch bringt aber noch eine andere Eigenthümlichkeit der Milchgefäße zur Anſchauung, die nicht ohne Reſultat für die Auffaſſung der in ihnen herrſchenden Bewegung bleibt. Die Milchgefäße füllen und entleeren ſich nämlich abwechſelnd, wenn man ſie in dem Gekröſe eines lebenden Thieres betrachtet, und die darin enthaltene Flüſſigkeit ſchiebt ſich dadurch ſtets weiter und weiter vom Darme weg. Spürt man nun dem Rhythmus dieſer abwechſelnden Füllungen und Entleerungen nach, ſo ergiebt ſich bald, daß derſelbe mit den wurmförmigen, periſtaltiſchen Bewegungen des Darmes in einem gewiſſen Zuſammenhange ſteht. Einer jeden Zuſammenziehung einer Darmſtelle folgt die Anfüllung des Lymphgefäßes und eine beſchleunigte Bewegung des

darin enthaltenen Milchsaftes; der Erschlaffung des Darmes folgt das Zusammensinken des Lymphgefäßes, das sich entleert, in sich zusammenfällt und enger in seinem Lumen wird, als es bei der Anfüllung im ausgedehnten Zustande war.

Wenn aber auch die Muskelbewegungen und der abwechselnde Druck zur Fortschaffung der Lymphe bedeutende Mithilfe leisten, so sind sie doch bei weitem nicht der einzige Faktor derselben. Zwischen dem Inhalte der Lymphgefäße und den umgebenden Theilen muß eine beständige endosmotische Strömung stattfinden, deren Kraft, wie wir eben gesehen haben, eine bedeutende ist und die beständig in gleichem Maße fortdauert. Diese sogenannte Rückenkraft ist es, welche die letzten Anfänge der Lymphgefäße füllt und auch in solchen Organen wirkt, wo die umgebenden Theile keinen Druck ausüben können, während da, wo dieser ausgeübt wird, derselbe eine bedeutende Mithilfe äußert. Die Lymphgefäße solcher Theile verhalten sich also etwa wie die Capillarröhren eines Badeschwammes, welchen man mit dem einen Ende ins Wasser taucht. Die Röhren saugen sich voll Wasser, das beim Zusammendrücken des Schwammes wieder hervorquillt; beim Nachlassen des Drucks wird sogleich wieder Wasser nachgesaugt. Bei den Lymphgefäßen findet nur der Unterschied Statt, daß hier durch den Bau und die Vereinigung der Kanäle dem Ausflusse eine bestimmte Richtung gegeben ist. Ein durch endosmotische Strömung an seinem peripherischen Ende angefülltes Lymphgefäß wird in seinem Verlaufe zusammengedrückt; die darin enthaltene Flüssigkeit wird durch diesen Druck in Folge der Klappenrichtung nach dem Stamme hin fortgeschoben. Läßt der Druck nach, so kann, der Klappen wegen, die Flüssigkeit nicht zurück strömen; sie sammelt sich hinter den Klappen an. Unterdeß füllt sich der entleerte Theil des Lymphgefäßes von Neuem und bei erneuertem Drucke wird die frisch aufgesaugte Flüssigkeit auch wieder weiter geschoben. Der Mechanismus der Lymphgefäße ist demnach einer Saugpumpe mit elastischen Röhren zu vergleichen, wo aber der hebende Zug des leeren Raumes durch einen aktiven, auf die Röhren selbst wirkenden Druck ersetzt ist.

Wie wir in einem früheren Briefe sahen, ist auch die Einwirkung der Galle auf die Darmzotten und deren Zusammenziehung bei der Füllung und Entleerung der Lymphgefäße in denselben sehr in Betrachtung zu ziehen.

Eine Menge alltäglicher und Jedermann bekannter Erscheinungen zeigen den Einfluß der Muskelzusammenziehungen auf die Bewegungen der Lymphe. Bei längerem Sitzen zu Pferde oder im Wagen schwellen die Beine wasserſüchtig an durch Erguß von Flüssigkeit in das Zellgewebe. Aktive Bewegung der Glieder, Gehen zu Fuße ist das beste Mittel, um diese Anschwellung verschwinden zu machen, denn sie ist einzig und allein Folge der Bewegungslosigkeit, in welcher die Beine längere Zeit hindurch erhalten wurden. Das aus den Blutgefäßen in das Gewebe ausgeschwitzte Blutwasser, welches bei gewöhnlicher Bewegung von den Lymphgefäßen aufgesaugt und weggeschafft wird, sammelt sich jetzt in dem Gewebe an, da in Folge der Unthätigkeit der Muskeln die Bewegung in den Lymphgefäßen stockt — daher die wasserſüchtige Anschwellung und ihre Heilung bei sofortiger Bethätigung der Lymphbewegung. Vielleicht, daß ein ähnliches Verhältniß in gewissen Krankheiten obwaltet, wo durch Lähmung des Nerveneinflusses die peristaltischen Zusammenziehungen des Darmes geschwächt und verlangsamt werden und als Folge dieser Lähmung des Haupthebels der Milchsaftbewegung dann allgemeines Sinken der Ernährung und des Aufsaugungsprozesses eintritt.

Nur an den größten Lymphgefäßen und namentlich an dem Milchbrustgange beobachtete man ferner noch selbstständige Contractionen der Gefäßstämme, die zwar sehr langsam sind, aber doch beobachtet wurden an lebenden Thieren, und deren Vorhandensein auch dadurch wahrscheinlich wird, daß an dem Milchbrustgange ähnliche unwillkürliche, im Ring gelagerte Muskelfasern nachgewiesen werden können, wie an anderen contractilen Röhren. Die Bewegung der Lymphe ist demnach ein Resultat verschiedener Faktoren, nämlich der durch die Endosmose gelieferten Rückenkraft, des durch die Zusammenziehung der umlie-

genden Theile ausgeübten Druckes, und endlich der von den Zweigen nach dem Stamme in der Richtung der Bewegung hin fortschreitenden selbstständigen Zusammenziehung der größeren Gefäße. Es kann demnach nicht Wunder nehmen, daß die Lymphe in den größeren Gefäßen stets unter einem gewissen Drucke steht und daß ein angefülltes Lymphgefäß, wenn es angestochen wird, ganz so im Strahle spritzt, wie eine Vene.

Die Aufsaugung durch die Capillargefäße des Blutsystems unterliegt Gesetzen, die zwar im Prinzipe durchaus dieselben bleiben, deren Wirkung aber, durch die speziellen Verhältnisse der Haargefäße, sehr bedeutend modifizirt ist. Das Blut, welches in den Capillaren cirkulirt, wird von dem Herzen aus in raschem Strome durch die feinen Maschen getrieben; eine Blutwelle drängt die andere und eine nach der anderen kommt in enge Wechselwirkung mit den aufsaugenden Stoffen. Im weiteren Laufe aber durchströmt das Blut die Leber, die Lungen und verschiedene andere Sekretionswerkzeuge, ehe es wieder an die Stelle der Aufsaugung, das heißt zum Darmkanale zurückkommt. Die Blutwelle, welche schon einmal aufgesaugt hat, kann demnach auf ihrer Bahn sich aller aufgenommenen Stoffe entledigt haben und von Neuem zu endosmotischem Austausche fähig sein. Die Schnelligkeit, womit Flüssigkeiten in die Capillargefäße eindringen, ist nicht minder beträchtlich, als die Durchdringung der Lymphgefäße, denn die Häute beider sind gleich dünn und zart gewebt. Wenn aber dieses eine Moment der Aufsaugung dasselbe ist in beiden Arten von Gefäßen, so ist im Gegentheile die Schnelligkeit der Verbreitung der aufgesaugten Stoffe durch den ganzen Körper himmelweit verschieden. In den Lymphgefäßen wird nur langsam der Inhalt nach den Stämmen und dem Milchbrustgange hin geschoben, während die von den Blutgefäßen aufgenommene Substanz in wenig Minuten den ganzen Körper durchläuft, und entweder irgendwo verbraucht, oder von den Absonderungsorganen ausgeworfen wird.

Die Versuche, denen zu Folge man den Lymphgefäßen alle Aufsaugungsfähigkeit absprach, waren in so fern mangelhaft,

als man nicht gehörige Geduld hatte, abzuwarten, bis das bei der langsamen Bewegung der Lymphe nothwendig erst sehr spät sich zeigende Resultat eintrat. Dann aber berücksichtigte man auch den zweiten Faktor der Lymphbewegung, die selbstständige Contraktion der Gefäßwandungen, nicht genug und wählte Substanzen zu diesen Versuchen, welche auf diese Contraktionen einen lähmenden Einfluß ausüben. Das Prinzip, nach welchem die Versuche angestellt wurden, war richtig; Vernachlässigung der Nebenumstände machte das Resultat fehlerhaft. Man stellte die Versuche nämlich in der Art an, daß man die zu einem Gliede oder isolirten Darmstücke gehenden Blutgefäße unterband und nun in eine Wunde oder in die Höhle des Darmes ein starkes narkotisches Gift, z. B. Strychnin oder Opium, brachte. So lange der Kreislauf in dem isolirten Körpertheile unterbrochen war, zeigten sich, auch nach stundenlangem Harren, keine Vergiftungserscheinungen; sobald man aber die Unterbindungsfäden löste und dadurch den Kreislauf wieder herstellte, zeigten sich auch die dem Gifte eigenthümlichen Wirkungen, indem dann das Gift in den Kreislauf und durch diesen zu den Centraltheilen des Nervensystemes gelangte. Ebenso erschienen Substanzen, die zwar nicht giftig wirkten, aber entweder durch ihre Farbe oder ihre Reaktion sich leicht in kleinen Mengen auszeichnen, nach sehr kurzer Zeit in den Blutgefäßen und erst nach mehreren Stunden in der Lymphe der Stämme und des Milchbrustganges. Aus diesen Versuchen, deren Richtigkeit nicht angefochten werden kann, schloß man nun auf der linken Seite des Rheines etwas übereilt auf die totale Unfähigkeit der Lymphgefäße, Substanzen aufzusaugen, und läugnete somit die ihnen bisher zuerkannte Funktion, an deren Stelle man freilich keine andere zu setzen wußte. Indeß ging man hierin offenbar zu weit; man vergaß, daß nach Fütterung der Thiere mit gewissen Substanzen diese während der Verdauung in den Milchgefäßen nachgewiesen werden können; man vergaß, daß manche Gifte, und besonders thierische, offenbar durch die Lymphgefäße aufgesaugt werden, wie dies in solchen Fällen die nachfolgenden krankhaften Erscheinungen auf das

Ueberzeugendſte darthun. Wie oft erfolgen nach Verwundungen, bei Sektionen faulender oder an bösartigen, zerſetzenden Krankheiten verſtorbener Leichname ſchmerzhafte Entzündungen, bei welchen die Lymphgefäße des verwundeten Theiles ſtrangartig anſchwellen, hart werden, und wo zuweilen die Entzündung ſich in die benachbarten Lymphdrüſen fortſetzt und hier hartnäckige Eiterungen, nicht ſelten ſogar den Verluſt des Gliedes oder ſelbſt allgemeine Vergiftung zur Folge hat! Die Vorſichtsmaßregeln gegen ſolche, leider nur allzu häufige Zufälle und ihre Folgen waren den Anatomen und Phyſiologen meiſtens aus eigener, ſchmerzhafter Erfahrung bekannt, und darum konnte auch die neue Lehre von der Unthätigkeit der Lymphgefäße ſich keinen vollkommenen Beifall erringen. Die aus den Verſuchen ſelbſt aber gezogenen Schlüſſe erhielten bald die bedeutendſten Modifikationen. Die Farbeſtoffe, die Reagentien, die Nahrungsſubſtanzen waren ſtets einige Stunden nach der Aufnahme in den Körper auch im Laufe der Lymphgefäße nachgewieſen worden, und da man anatomiſch erhärten konnte, daß keine Verbindung zwiſchen den Aeſten und Zweigen der Lymphgefäße und den Blutgefäßen exiſtirt, ſo war dadurch der Schluß gerechtfertigt, daß die Lymphgefäße zwar allerdings auffangen, aber im Verhältniß zu den Blutgefäßen nur ſehr langſam. Daß narkotiſche Gifte gar nicht von ihnen aufgenommen werden, war um deswillen erklärlich, weil dieſe Gifte die Muskularzuſammenziehung der Lymphgefäße bei örtlicher Applikation unmittelbar lähmen. Die Berührung dieſer Gifte mit der inneren Haut der Lymphgefäße mußte mithin nothwendig die Bewegung in dieſen Gefäßen ſelbſt vernichten, indem ſie ihre ſelbſtſtändigen Zuſammenziehungen lähmte. Noch mehr wirkte aber bei ſolchen Verſuchen, wo man z. B. die Unterleibsaorta unterband und ſo den Blutlauf in den Hinterfüßen aufhob, die dadurch bewirkte Lähmung des Beines. Wenige Minuten nach dem Verſchwinden des Blutlaufes iſt die Extremität völlig gelähmt, bewegungslos und zugleich erkaltet ſie nach und nach — wie ſoll da eine Fortbewegung der Lymphe Statt finden können?

Der Hauptunterschied zwischen den Lymph- und Blutgefäßen hinsichtlich der Aufsaugung beruht demnach in der verschiedenen Schnelligkeit, womit die Stoffe in denselben aufgenommen und weiter geführt werden. Damit ist aber auch zugleich ein fundamentaler Unterschied hinsichtlich der Natur dieser aufzunehmenden Substanzen selbst gegeben, und einzig aus diesem Umstande ist es erklärlich, warum die Blutgefäße hauptsächlich solche Stoffe aufsaugen, welche dem Körper in ihrer Zusammensetzung heterogen sind und die meist als fremde Stoffe wieder ausgeleert werden, während die Lymphgefäße die eigentlichen Kanäle zur Ueberführung der nährenden Substanzen sind, mögen nun diese von Außen her aufgenommen werden, wie es in dem Darmkanale der Fall ist, oder sich als Ueberschuß bildender Flüssigkeit in den Geweben des Körpers und dem Blute ausgeschieden haben.

Die in dem Darmkanal aufgenommenen Stoffe bilden dort einen Brei, in welchem hauptsächlich Faserstoff, Eiweiß, Fett, Zucker und stärkemehlhaltige Substanzen aufgelöst und mit mancherlei fremdartigen Bestandtheilen und mineralischen Salzen gemengt erscheinen. Dieser Brei ist in beständiger, vielseitiger Berührung mit der Schleimhaut des Darmes, in beständigem Austausche mit den Lymphgefäßen und den Capillarnetzen der Schleimhaut. Die erste Wirkung dieser Berührung wird sein, daß beide Flüssigkeiten sich auf einen gleichen Concentrationspunkt stellen, und das Blut entweder, wenn der Speisebrei weniger concentrirt ist, Wasser von ihm aufnimmt, oder aber, im entgegengesetzten Falle, Wasser an ihn abgiebt. Da wir meist mehr oder weniger feste Nahrung zu uns nehmen, so wird dadurch das Bedürfniß der Suppen und anderer flüssigen Gerichte, so wie die Nothwendigkeit des Trinkens über Tisch und während der Verdauung leicht erklärlich. Das Blut stellt aber eine Auflösung von Eiweiß und Faserstoff mit mehreren Salzen vor. Sobald der Speisebrei einen ihm gleichen Concentrationsgrad hat, wird weder Faserstoff noch Eiweiß, mithin keine unmittelbar nährende Substanz mehr vom Blute aufgenommen werden können. Fremdartige Stoffe dagegen, Zucker, stärkemehlhaltige

Subſtanzen und Salze werden durch ſchnellen Austauſch in das Blut befördert und von dieſem ſtets weiter geführt, ſo daß bedeutende Quantitäten ſolcher Stoffe aufgenommen werden können. Ihre Aufſaugung hört erſt dann auf, wenn das Blut ebenſo mit dieſen Stoffen geſättigt iſt, als die im Darme enthaltene Flüſſigkeit; — ein Verhältniß, das um ſo ſeltener eintreten muß, als das Blut in den Sekretionsorganen ſtets wieder eine Ablage für fremdartige Stoffe beſitzt. Die Aufnahme der direkt nährenden Stoffe, der Blutbildner, iſt demnach nur dann möglich, wenn ungleiche Concentrationsgrade zwiſchen dem Speiſebrei und dem Blute beſtehen, die aber bei der Schnelligkeit des Kreislaufes bald ausgeglichen ſind.

Anders verhält es ſich mit den Lymphgefäßen. Dieſe füllen ſich mit derjenigen Flüſſigkeit, welche die Darmſchleimhaut und deren Gewebe tränkt. Ob dieſe Flüſſigkeit aus dem Blute oder aus den friſch aufgenommenen Stoffen herſtammt, iſt völlig gleichgültig; — ſie füllen ſich damit und führen ſie langſam in ſtetem Zuge in den Kreislauf über. Man kann ſich in der That die Bildung des Milchſaftes eben ſo wohl als einen Akt der Aufſaugung wie als einen Akt der Abſonderung vorſtellen. Wir ſahen oben, daß eine jede Darmzotte in ihrer Mitte einen Kanal enthält, der das blinde Ende eines Milchgefäßes iſt, und daß dieſer Kanal ringsum von den Netzen der Blutgefäße umſponnen iſt, die ihrerſeits nur von den Zellen des Epitheliums bedeckt ſind. Vergleicht man dieſe Anordnung mit derjenigen der Drüſengänge, ſo ſieht man, daß der Anfang des Milchgefäßes ganz vollkommen dem Anfange eines Drüſenkanales entſpricht, der ebenfalls von Blutgefäßnetzen umſponnen iſt. Hierzu kommt noch, daß der Milchſaft in ähnlicher Weiſe, wie alle anderen Drüſenabſonderungen, eine conſtante Zuſammenſetzung hat, die nur in engen Grenzen ſchwankt und nur hinſichtlich des mechaniſch beigemengten Fettes Verſchiedenheiten zeigt; ganz ſo wie z. B. der Harn eine conſtante Zuſammenſetzung gewahren läßt, die nur hinſichtlich der beigemengten, von außen eingeführten Salze wechſelt. Die Rolle der Lymphgefäße iſt nun dieſe. Bekommt

der Menſch keine Nahrung oder nur ſolche, welche kein Eiweiß, keinen Faſerſtoff enthält, ſo müſſen dieſe Stoffe mit dem Blutwaſſer aus den Gefäßen treten, das Gewebe der Schleimhaut tränken und in den Bereich der Lymphauffaugung fallen. Erhält der Organismus dagegen eine an blutbildenden Stoffen reiche Nahrung, ſo werden dieſe in dem Darmkanale aufgelöſt und durch die von ihnen durchtränkte Schleimhaut den Milchgefäßen zugeführt werden. Bei hungernden, wie bei wohlgefütterten Thieren wird daher der Chylus und die Lymphe einen etwa gleichen Gehalt an blutbildenden Stoffen bieten, denn die tränkende Ernährungsflüſſigkeit bleibt in beiden Verhältniſſen etwa dieſelbe hinſichtlich ihrer Zuſammenſetzung. Daß aber andere frembartige Subſtanzen nur in ſehr geringer Menge in den Chylus und die Lymphe aufgenommen werden, dieſes iſt leicht aus der Schnelligkeit ihrer Wegſchaffung mittelſt der Blutgefäße erklärlich. Bis nur eine einigermaßen bemerkliche Quantität dieſer Stoffe in der trägen Bewegung der Lymphe fortgerückt und nach den Stämmen hin bewegt iſt, haben die Blutgefäße ſchon die ganze Maſſe des fremden Stoffes aufgeräumt.

Als Reſultat unſerer Unterſuchungen über die Auffaugung bleibt demnach feſtgeſtellt : die Lymphgefäße ſind die beſtändige ſtete Zufuhrquelle der blutbildenden Beſtandtheile und des Fettes, die Blutgefäße dagegen der Auffaugungsapparat für alle in ihrer Zuſammenſetzung dem Blute ſelbſt noch frembartigen Stoffe. Es ſtimmt dies Reſultat, wie man ſieht, vortrefflich mit der anatomiſchen Einrichtung, welche das von dem Darme kommende Blut erſt durch den Läuterungsapparat der Leber gehen läßt, während die durch die Milchgefäße zugeführten Beſtandtheile unmittelbar in den Strom der Cirkulation ergoſſen werden.

Achter Brief.

Die Ernährung.

Vor länger als zweihundert Jahren erſchien in Venedig ein Buch, betitelt: de medicina statica aphorismi. Dem Titelblatte gegenüber ſah man »in Holzſchnitts-Gloria« den Verfaſſer, den ehrwürdigen Sanctorius, wie er auf einer Wage ſaß, die zugleich ſein Studirzimmer, Schlafkabinet und heimliches Gemach war. Monate und Jahre lang ſaß ſo der würdige Doktor auf ſeiner Wage und erzählte nachher der gelehrten Welt, wie viel an Nahrungsmitteln er eingenommen, wie viel an ſichtbaren Auswurfsſtoffen, Koth und Harn er davon wieder ausgegeben, und wie viel in luftförmiger Geſtalt durch Athmung und Ausdünſtung von ihm gegangen ſei. Es war ein erſter Verſuch, wie man ſieht, über die Oekonomie des Körpers doppelte Buchhaltung zu führen; — ein Verſuch, der ſich freilich nur auf die Bilanz der Kaſſe beſchränkte, auf Einnahme und Ausgabe; die ganze verwickelte innere Geſchäftsführung aber gänzlich außer Augen ließ. Merkwürdig aber iſt es, daß ſchon in ſo früher Zeit, beim erſten Wiedererwachen der Wiſſenſchaften in Italien, Verſuche angeſtellt wurden, welche auf der Erkenntniß beruhten, daß die Materie überhaupt unzerſtörbar ſei, und daß in dem Körper weder Neubildung noch Zerſtörung, ſondern nur Umſatz und Umgeſtaltung des Stoffes ſtattfinde.

Von Zeit zu Zeit wurden Verſuche ähnlicher Art wiederholt, je nachdem das Bedürfniß der fortſchreitenden Wiſſenſchaft ſie nöthig machte. Man ſuchte mehr und mehr die Fehlerquellen

zu vermeiden und den Verſuch ſelbſt auf ſichere Grundlagen zu ſtellen. Vergleichende Verſuche mit Thieren, bei welchen man die äußeren Umſtände mehr in der Gewalt hat, dienten zur Controllirung dieſer Verſuche, die freilich keine tiefere Einſicht in den Stoffwechſel ſelbſt geben können, wohl aber eine allgemeine Ueberſicht geſtatten, die zur Benutzung anderer Kenntniſſe nützliche Fingerzeige giebt.

Die neueſten Verſuchsreihen, beiläufig bemerkt alle von kleinen, hageren Menſchen angeſtellt, die nicht einmal viel mehr als hundert Pfund wogen, ergaben etwa folgende Reſultate. Bei der Athmung wird Sauerſtoff aufgenommen; die Einnahmen beſtehen demnach aus Speiſe und Trank und aus einer gewiſſen Menge Sauerſtoff, der aus der Atmoſphäre eingeführt wird. Die Menge des eingenommenen Sauerſtoffes kann indeſſen geradezu vernachläſſigt werden, da derſelbe, wie wir oben bei der Athmung geſehen haben, in Form von Kohlenſäure wieder aus dem Körper austritt und für ein Volumen Sauerſtoff ein Volumen Kohlenſäure eingetauſcht wird. Die Einnahmen beſtehen demnach lediglich aus ſichtbaren, unmittelbar wägbaren Stoffen, aus den Speiſen und Getränken. Nicht ſo verhält es ſich mit den Ausgaben, welche man in zwei Reihen vertheilen kann: die ſichtbaren Ausgaben beſtehen aus Harn und Koth; die unſichtbaren, welche ſowohl durch die Athmung wie durch die Hautausdünſtung geliefert werden, beſtehen hauptſächlich aus Kohlenſäure und Waſſerdampf. Da es für den Zweck dieſer Berechnungen völlig gleichgiltig iſt, von welchem Organe dieſe Ausgaben geliefert werden, und wie wir geſehen haben eine gewiſſe Wechſelwirkung zwiſchen den Lungen und der Haut beſteht; ſo faßt man die unſichtbaren Ausgaben durch Haut und Lunge gewöhnlich unter dem Ausdrucke der Perſpiration zuſammen. Die meiſten Verſuche wurden, wie die meiſten früheren, von einem kleinen und hageren Manne angeſtellt, der nur 56 Kilogramm (112 Pfund) wog. Die Summe der täglichen Ausgaben betrug hierbei etwa $5^3/_4$ Pfund, alſo $^1/_{20}$ des Körpergewichtes, und von dieſen Ausgaben gehen auf den Urin beinahe $^3/_5$ (57 bis 61 pCt.), auf

die Perſpiration $^1/_3$ (33 bis 38 pCt.) und auf den Koth $^1/_{20}$ (4 bis 6 pCt.). Auf den erſten Blick ſcheint dies Verhältniß nicht mit der gewöhnlichen Erfahrung übereinzuſtimmen, indem wir den Koth, deſſen Ausleerung allerdings mehr Umſtände verurſacht, als die des Harns, gewöhnlich als den bedeutendſten Auswurfsſtoff anſehen. Seine Menge ſteigt in der That ein wenig bei größerer Einnahme, indeſſen doch nicht bedeutend, und da auch die abſolute Menge des Harnes in einem ſolchen Falle ſteigt, ſo bleibt auch das relative Verhältniß daſſelbe. Man ſieht aber hieraus, wie ſehr Recht ein Beobachter hatte, wenn er bei einer Berechnung der körperlichen Einnahmen und Ausgaben einer Compagnie Heſſiſcher Soldaten die von denſelben gelieferte Kothmenge mit dem Werthe der außerhalb der Menage in Wirthshäuſern und bei geliebten Köchinnen verzehrten Nahrungsmittel balancirte. Die väterliche Fürſorge der Regierungen für den bewaffneten Kern der Nation hat es ſchon dahin zu bringen gewußt, daß der Werth von Wurſt, Bier und Branntwein nicht ſchwer in die Wagſchale fällt.

Das Verhältniß bleibt bei den Thieren daſſelbe wie bei dem Menſchen. Ueberall iſt die Kothausgabe verhältnißmäßig die unbedeutendſte, und es ergiebt ſich ſchon aus dieſer einfachen Betrachtung, wie ſehr Unrecht wir thun, wenn wir bei Anſammlung der zur Düngung dienenden Produkte des Thierreiches die wäſſerigen Ausleerungen vernachläſſigen. Es iſt leicht nachzuweiſen, daß das Abführen der Cloaken in fließendes Waſſer der menſchlichen Geſellſchaft mehr Stoff entzieht, als das Mißrathen einer Erndte.

Das gegenſeitige Verhältniß der Ausgaben wechſelt außerordentlich, je nach verſchiedenen Nebenumſtänden. Alle Bedingungen, welche die Athmung beſchleunigen oder hinterhalten, erhöhen oder erniedrigen in derſelben Weiſe die Ausſcheidung der Kohlenſäure, deren Verhältniß zu den übrigen Ausgaben deshalb im Schlafe am geringſten, nach der Mahlzeit oder bei anhaltender Bewegung am größten iſt. Das Waſſer in Schweiß und Harn ſteht in beſtändigem Wechſelverhältniß zu einander, wodurch

die unmerklichen Ausgaben so veränderlich werden, daß sie bis zum Fünffachen sich erhöhen können. Bei ruhigem Sitzen verlor ein Beobachter in der Stunde vor Tische, wo er hungerte, 30 Gramm, während er beim Bergeklettern und starkem Schwitzen 133 Gramm in derselben Zeit durch Athmung und Ausdünstung verlor. Nicht minder wirkt die Temperatur ein, und im Winter verliert man deshalb bedeutend mehr durch die merklichen Ausleerungen, während im Sommer das umgekehrte Verhältniß stattfindet. Durch vergleichende Wägungen ergab sich ferner, daß das Gefühl des Hungers und der Ermüdung mit dem Maximum der zwischen den Mahlzeiten stattfindenden Gewichtsabnahme des Körpers, das Gefühl der Sättigung und der behaglichen Zufriedenheit mit der Wiederherstellung des Körpergewichtes zusammenfiel, eine schöne Bestätigung des Sprichwortes, welches mein Großvater im Munde zu führen pflegte: „Ein satter Mensch — ein guter Mensch!“ Es ergab sich ferner, daß die Perspiration bei Tage viel größer war, als bei Nacht, daß mechanische, wie geistige Arbeit sie beträchtlich erhöhte und daß die Menge des Harns fast stets größer ist, als diejenige der eingenommenen Getränke; ein Beweis dafür, daß das mit den übrigen Nahrungsmitteln eingeführte Wasser seinen Beitrag zur Harnbildung liefert.

Während der größten Zeit seiner Existenz bleibt der Mensch etwa auf demselben mittleren Körpergewicht stehen, geringere Schwankungen abgerechnet, die sich meistens schon im Laufe mehrerer Tage ausgleichen. In der Jugend dagegen nimmt der Körper täglich zu, sein Gewicht steigert sich bis zum vollendeten Wachsthum, es muß demnach ein Mißverhältniß zwischen Einnahmen und Ausgaben zu Gunsten der ersteren stattfinden. Umgekehrt verhält es sich im Alter, wo die Ausgaben überwiegen, der Körper allmählich von seinem Gewichte zurücksinkt und das Leben endlich unter diesen ungünstigen Bedingungen erlischt.

Dasselbe Ueberwiegen der Ausgaben gegen die Einnahmen führt das Erlöschen des Lebens beim Hungern oder bei unzweckmäßiger Nahrung herbei. Man hat Gelegenheit gehabt, bei Unglücksfällen, wie z. B. auf Schiffen oder bei Verschüttungen,

wo das Athmen möglich blieb, die Erſcheinungen zu beobachten, welche bis zum Hungertode auftreten. Sie beruhen einerſeits auf gänzlicher Abmagerung, d. h. auf gänzlichem Verbrauche des Fettes und dann auch der übrigen Organe, andererſeits auf Krankheitserſcheinungen, die erſt in Ueberreizung, dann in Apathie ihren Grund haben. Bei gänzlicher Entziehung von flüſſigen wie feſten Nahrungsmitteln treten zuerſt Entzündungserſcheinungen in Mund und Rachen auf, bedingt durch die Austrocknung der ausdünſtenden Theile. Dieſe Erſcheinungen ſteigern ſich zu wirklichen Entzündungen im Magen und Darm, womit außerordentliche Aufregung des Nervenſyſtemes verbunden iſt. Während dieſes Zeitraumes ſind die Ausgaben verhältnißmäßig am geringſten, indem das ganze Spiel der Organe darauf berechnet iſt, auf eigene Koſten hauszuhalten. Dann kommt die Periode der Erſchlaffung. Die anfänglich oft bis zum Wahnſinn geſteigerte Hirnreizung geht in Stumpfſinn und Schlafſucht über; der anfangs harte, zuſammengezogene und ſchnelle Puls wird langſam und ſchleichend; die Wärme nimmt ab; — und ſo erliſcht endlich unter ſtetem Sinken aller Funktionen das Leben. Daß die Ausgaben im Allgemeinen bedeutend ſinken, kann man ſchon daraus erſchließen, daß im normalen Zuſtande dieſelben bedeutend genug ſind, um in 20 Tagen etwa ſo viel zu betragen, als das Geſammtgewicht des Körpers ausmacht, während doch Beiſpiele vorliegen, daß die gänzliche Entziehung aller Nahrung einige Tage länger als drei Wochen ertragen wurde, während welcher Zeit bei normalen Ausgaben der ganze Körper hätte aufgebraucht werden müſſen. Im Ganzen hat man bemerkt, daß ein Säugethier dem Hungertode erliegt, wenn es etwa $^2/_5$ ſeines Körpergewichtes verloren hat, daß aber junge Thiere bei weitem früher erliegen, als erwachſene. Hunde von 4 Tagen ſtarben ſchon nach 2 Tagen am Hungertode, während ſechsjährige Hunde noch am 30. Tage lebten. Bei einer Vergleichung des Verluſtes der verſchiedenen Organe durch den Hungertod fand ſich das merkwürdige Reſultat: daß das Fett faſt gänzlich bis auf ſehr geringe Spuren aufgezehrt wird, das Centralnervenſyſtem da-

gegen, obgleich wesentlich aus Fett bestehend, den allergeringsten Verlust erleidet — selbst weniger als Knochen und Knorpel, die doch dem ersten Anschein nach einen bedeutenderen Widerstand entgegensetzen mußten. Sehr leicht begreiflich ist es, daß diejenigen Organe, welche mit Blut besonders aufgeschwemmt sind, wie Leber, Milz und auch das Blut selbst, durch Verdunstung und Verringerung der Blutmasse einen wesentlichen Verlust erleiden, während Nieren und Lungen, die ihrer Funktion gemäß beständig durchtränkt sind, weit geringere Verluste erdulden. Die Muskeln stehen etwa in der Mitte; sie verlieren bis zum völligen Hungertode nicht ganz die Hälfte ihres Gewichtes.

Es geht aus diesen Untersuchungen klar hervor, daß der Lebensprozeß des Organismus zugleich ein beständiger Zerstörungsprozeß ist, und daß das thierische Leben nur möglich ist durch die Zufuhr von Außen. Das ganze Leben beruht nur auf der Außenwelt — die vegetative Seite auf der Zufuhr von Außen, die animalische auf den Eindrücken von Außen — weder auf materiellem, noch auf geistigem Gebiete (wenn man beide unstatthafter Weise trennen will) schafft das organische Leben etwas Neues, sondern wandelt nur das Gebotene und Aufgenommene in neue Form. Die Maschine eines jeden thierischen Organismus ist so eingerichtet, daß sie sich selbst beständig zerstört, und eben so gut wie das Leben zu Grunde gehen muß, wenn die durch den Stoffwechsel geschaffenen Zerstörungsprodukte nicht aus dem Körper geschafft werden, eben so gut geht es auch zu Grunde, wenn ihm die Stoffe nicht geboten werden, die das Zersetzte wieder zu erneuern im Stande sind. Darum kann es auch nicht auffallen, wenn jede einseitige Nahrung, die nicht im Stande ist, sämmtlichen Ausgaben des Körpers zu genügen, eben so sicher zum Tode führt, als die Entziehung der Nahrung selbst. Man hat den Versuch gemacht, Tauben so zu ernähren, daß ihnen zwar alle Stoffe geboten wurden, welche zur Erhaltung der organischen Bestandtheile ihres Körpers nöthig waren; daß aber alle anorganischen Substanzen, Salze, Kalk u. s. w. gänzlich aus dieser Nahrung entfernt waren. Die

Tauben ſtarben, freilich nach verhältnißmäßig längerer Zeit, mit allen Erſcheinungen des Hungertodes, und nach dem Tode fand man ihr Skelett knorpelig erweicht, ſtellenweiſe durchlöchert, ſeiner feſten Beſtandtheile theilweiſe beraubt. Hunde, die man mit reinem Faſerſtoffe oder reinem Eiweiß nährte, ſtarben am Hungertode, der freilich deswegen länger hinausgeſchoben wurde, weil das im Organismus befindliche aufgehäufte Fett, das nach und nach in den Verbrauch gezogen wurde, die mangelnde Zufuhr von Fettbildnern eine Zeit lang erſetzte. Hunde endlich, die mit reinem Fett, mit Stärke, Zucker, Gummi, oder anderen Fettbildnern ernährt wurden, ſtarben ganz in derſelben Zeit, wie wenn man ihnen alle Nahrung entzogen hätte. Ein Beiſpiel dieſer Art iſt auch von dem Menſchen bekannt. Der engliſche Arzt Stark machte Verſuche über die Nährkraft des Zuckers an ſich ſelbſt, und es gelang ihm, ſich durch reine Zuckernahrung ſo weit dem Tode entgegen zu führen, daß, als ſein Zuſtand bekannt wurde, keine Rettung mehr möglich war.

Aus dieſen Beobachtungen ſchon geht hervor, daß der Körper verſchiedenartige Stoffe erhalten muß, deren Geſammtmenge gewiſſermaßen die Geſammtzuſammenſetzung des Körpers wiederholt, in der Weiſe, daß bei gleich bleibendem Körpergewichte die Ausgaben durch die Einnahmen gedeckt werden. Könnten wir dieſen Erſatz ſo einrichten, daß gerade diejenigen Gewebe, die wir verbrauchen, uns in derſelben Menge geboten würden, und zwar in aneignungsfähigem Zuſtande — keine Frage, daß das Leben des Individuums unendlich dauern müßte. Der Grund des nothwendigen Todes liegt in der ſteten Selbſtzerſtörung des Organismus, deſſen Verluſte wir nicht unmittelbar und nicht in vollkommen geeigneter Weiſe erſetzen können, in keinem inneren Verhältniſſe. Es kann demnach auch keine Frage ſein, daß bei annähernd richtigem Erſatze des Verluſtes die Lebensdauer des Individuums nicht nur, ſondern auch die mittlere Lebensdauer der menſchlichen Geſellſchaft überhaupt verlängert werden könne — daß alſo Verbeſſerung des materiellen Zuſtandes, der Volksernährung, auch das Leben des Volkes im Ganzen kräftigen

und verlängern müſſe. Um aber zu einer Löſung der ſo geſtellten Frage zu gelangen, von welcher in letzter Inſtanz Wohl und Wehe der ganzen menſchlichen Geſellſchaft abhängt, muß man dieſelbe in ihre Elemente zerlegen. Man mußte ſich die Frage ſtellen, welches denn die Stoffe ſeien, die aus dem Körper als letzte Produkte des Stoffwechſels ausgeführt werden, in welcher Quantität dieſe Stoffe den Körper verlaſſen und welche Menge davon es zum Erſatze dieſes Verluſtes bedürfe. Man mußte ſich nun ſagen, daß allerdings das Endreſultat aller chemiſchen Operationen im Körper darin beſtehe, daß neben einer gewiſſen Quantität von Kohlenſäure und Waſſer als letzter Verbrennungsprodukte eine ſtickſtoffreiche Subſtanz, der Harnſtoff, abgeſchieden werde, und daß ſomit die ſämmtlichen Ernährungserſcheinungen zuletzt darin ihr Ende finden, daß eine gewiſſe Quantität des eingeführten Kohlenſtoffes und Waſſerſtoffes verbrannt, eine geringere verhältnißmäßige Menge aber mit der ganzen Menge des Stickſtoffes in Form von Harnſtoff ausgeſchieden werde. Die Menge der abgeſonderten Kohlenſäure, Waſſer und Harnſtoff war alſo in letzter Potenz das Maß des Stoffwechſels und das Maß der Nothwendigkeit für die Einführung einer entſprechenden Menge von Kohlenſtoff, Waſſerſtoff, Stickſtoff und Sauerſtoff. Da nun der Harnſtoff ſtets genau dieſelbe Zuſammenſetzung hat und offenbar ein Produkt des Umſatzes der blutbildenden Stoffe iſt, ſo glaubte man weiter ſchließen zu dürfen, daß der Stickſtoffgehalt der Ausſcheidungen überhaupt den Maßſtab für die Stoffumſetzung der blutbildenden Beſtandtheile des Körpers gebe, und daß demnach der Werth der Einfuhr für die Ernährung der größeren Maſſe des Körpers, die ja aus eiweißartigen Körpern zuſammengeſetzt iſt, nach dem Gehalte an Stickſtoff berechnet werden könne.

Man hat dieſer Betrachtungsweiſe mit Recht vorgeworfen, daß ſie auf ganz falſchen Grundlagen baſirt ſei, und daß man namentlich daraus keinen Rückſchluß auf die im Körper ſtattfindenden Vorgänge machen könne. Man kann keine Vorſtellungen haben von den Arbeiten, die in einem chemiſchen Labo-

ratorium vorgenommen werden, ſagte man, wenn man auch weiß, wie viel Pfunde Waſſer, Schwefelſäure, Kohle, Pottaſche, Kalk durch die Thüre eingetragen, und wie viel Pfunde Kohlenſäure und Waſſer durch den Schornſtein, wie viel an Waſſer und an anderen Stoffen durch das Kehrichtfaß entleert werden. Dies iſt vollkommen richtig, aber nichts deſto weniger haben Betrachtungen dieſer Art dennoch einen gewiſſen Werth, wenn ſie ſich auf ein Laboratorium beziehen, das nur beſtimmte Produkte liefert und nur beſtimmte Produkte verarbeitet. Der Chemiker, der einer Schwefelſäurefabrik vorſteht, giebt ſich vollkommene Rechenſchaft über den Gang derſelben, wenn er weiß, wie viel Schwefel, Salpeter und Brennmaterial verbraucht und wie viel Schwefelſäure erzeugt wurde. Wir haben aber aus der Betrachtung der Nahrungsmittel geſehen, daß der Körper im Ganzen nur mit wenigen Stoffen arbeitet, die ihm in den Nahrungsmitteln geboten werden, und daß er ebenſo nur wenig, in ihrer Zuſammenſetzung ſtets gleich bleibende, Subſtanzen ausſcheidet. Wenn zwei als Nahrung angebotene Subſtanzen denſelben Blutbildner enthalten, ſo wird ihr Stickſtoffgehalt proportional ſein der Menge dieſes Blutbildners, und demnach auch im Verhältniß ſtehen zu dem Werthe, welchen ſie für die Ernährung der eiweißartigen Stoffe des Körpers haben.

Es mußte begreiflicher Weiſe intereſſiren, zu wiſſen, welches das durchaus nothwendige Maß von verſchiedenen Stoffen ſei, die dem Menſchen geboten werden müſſen, damit er ſein Leben erhalte. Da Arbeit das Loos des gewöhnlichen Menſchen iſt, dieſe aber, ſei ſie nun geiſtig oder mechaniſch, die Ausgaben des Körpers bedeutend erhöht; da ferner die individuellen Verhältniſſe bedeutende Abweichungen geſtatten, ſo wandte man ſich bei Beſtimmungen dieſer Art vorzugsweiſe an ſolche Klaſſen der Geſellſchaft, welche, wie Soldaten, Sträflinge oder Eiſenbahnarbeiter, eine regelmäßige Beſchäftigung bei wenig wechſelnder Nahrung zeigen, alſo die günſtigſten Verhältniſſe zu wenig verwickelten Unterſuchungen bieten. Die Unterſuchung ſelbſt kann man auf zweierlei Weiſe anſtellen: indem man entweder aus

der Menge der Ausscheidungen die nothwendige Größe der Einnahme berechnet, oder aber, was weit leichter ist und auch zu genaueren Resultaten führt, die Menge der eingenommenen Nahrungsmittel berechnet. Man kann nicht leugnen, daß die bei verschiedenen Völkern und in verschiedenen Verhältnissen gewonnenen Resultate bedeutend abweichen, daß sich indeß doch daraus ein Mittel finden läßt, welches etwa ein Normalmaß giebt, dessen einzelne Posten in gewissen Gränzen variiren können. Nach Moleschott's Berechnungen müßte das tägliche Kostmaß eines kräftig arbeitenden Mannes von mittlerer Größe und Gewicht durchschnittlich betragen:

an eiweißartigen Stoffen	130	Gramm
" Fett	84	"
" Fettbildnern . . .	404	"
" Salzen	30	"
" Wasser	2800	"
Summe	3448	Gramm.

Es ist indessen nach den oben dargestellten Verhältnissen der Nahrungsmittel klar, daß z. B. Fett und Fettbildner vielfach in ihrem Verhältnisse zu einander wechseln können, ohne daß das Resultat der Ernährung selbst dadurch beeinträchtigt wird. Wollen wir aber den Werth einer Ernährung des Volkes z. B. bestimmen, so können wir uns nicht allein an das hier gegebene Normalmaß halten, sondern müssen berücksichtigen, daß alle Nahrungsmittel sehr verschiedenartig zusammengesetzte Substanzen sind, noch obenein in sehr verschiedenen Graden der Löslichkeit, die ein wesentliches Moment für den Werth eines Nahrungsmittels überhaupt giebt. Frisches Buchenholz enthält fast genau die nämliche Menge von Eiweißstoffen und blutbildenden Bestandtheilen, als Reis, und es wird dennoch keinem vernünftigen Menschen einfallen wollen, Reisbrei durch geraspeltes Buchenholz zu ersetzen. In dem einen sind die Bestandtheile leicht löslich, in dem andern durch Umhüllung mittelst Holzfaser gänzlich unlöslich. Deshalb bestanden wir auch bei der Untersuchung über die Nahrungsmittel zu wiederholten Malen auf der Nothwendig-

keit der Zuführung gemischter Nahrungsmittel, bestimmter Gruppen, welche in dem Körper durch verschiedene Metamorphosen ihrem endlichen Ziele entgegen geführt werden. Alle diese einzelnen Veränderungen umfaßt der Ernährungsprozeß im Ganzen. Er resumirt gewissermaßen die ganze vegetative Seite des thierischen Lebens, und wenn wir ein Bild desselben aufzurollen versuchen, so setzt sich dieses aus den einzelnen Thatsachen zusammen, deren wir oben erwähnten.

Eine der ersten Fragen, die sich aufwirft, ist die: Giebt es Substanzen, welche, wenn gleich in die Cirkulation aufgenommen, dennoch nicht zum Ersatz verbrauchter Körperbestandtheile verwendet, sondern durch unmittelbare Verbrennung aus dem Körper wieder ausgeschieden werden? Man könnte sich den Körper des Erwachsenen als eine gegebene Masse von bestimmter Zusammensetzung und Gewicht vorstellen, welche den zerstörenden Einflüssen der Außenwelt und besonders der Oxydation durch den Sauerstoff der eingeathmeten Luft, entzogen werden soll. Wäre diese Körpersubstanz etwas unwandelbar Gegebenes, Unveränderliches, so könnte der Zweck einfach dadurch erreicht werden, daß man überall die Gewebe vor dem Einflusse des einwirkenden Sauerstoffes schützte, indem man diesen vorher durch Zuführung fremder Stoffe bände, die auf seine Kosten verbrennten. Alle eingeführten Nahrungsmittel wären, von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, Athemmittel, oder, besser gesagt, Ausgabemittel, d. h. Substanzen, bestimmt die Ausgaben des Körpers zu decken, ohne daß der Capitalstock der vorhandenen Körpersubstanz angegriffen würde.

Man sieht auf den ersten Blick, daß eine solche Ansicht der Natur nicht entsprechen würde, und daß der Physiologe Recht hatte, welcher bei dem Anblicke einer auf solche Grundlagen gestützten chemischen Rechnung über die Ernährung der Schlangen ausrief: Wenn das richtig ist, so hat die Natur den Schlaugen den After nur zur Zierde gegeben! Man sieht im Gegentheile ein, daß vielmehr die eingenommenen Substanzen, wenigstens ihrem größten Theile nach, zum Wiederaufbau der zerstörten Körper-

ſubſtanz benutzt werden müſſen; daß demnach die tägliche Einnahme nicht der gleichzeitigen Ausgabe entſpricht, ſondern, um mich des Bildes weiter zu bedienen, eine Zeit lang in Caſſa bleibt, bis eine ſpätere Ausgabe aus ihr hervorgeht. Nichts deſto weniger iſt es dennoch wahrſcheinlich, daß ein bedeutender Bruchtheil der eingenommenen Subſtanzen unmittelbar, ohne zum Wiederaufbau der Gewebe benutzt zu werden, durch Verbrennung wieder ausgeſtoßen wird. Wir erwähnten oben der exceptionellen Stellung der Leber, aus der uns der Schluß hervorging, daß ein Theil der Galle in der Leber ſelbſt gebildet werde. Wir fanden, daß ein großer Theil der in den Darm ergoſſenen Galle nicht entleert, ſondern wieder in den Blutſtrom aufgeſaugt wird. Wir erwähnten beſonders noch der Zuckerbildung, deren Sitz die Leber iſt, und wir zeigten, daß dieſer Zucker, den die Lebervenen in den allgemeinen Blutſtrom überführen, in der Lunge wieder verſchwindet. Dieſe Thatſachen bieten offenbar einen ſicheren Haltpunkt und weiſen auf das Ueberzeugendſte nach, daß ein gewiſſer Bruchtheil der eingenommenen Subſtanzen, ohne eine Zwiſchenformung in den Geweben durchzumachen, eine rein chemiſche Metamorphoſe in dem Kreislaufe erleidet und nach dieſer Metamorphoſe ausgeſchieden wird. Wahrſcheinlich iſt es, daß bei Pflanzenkoſt und gemiſchter Nahrung dieſe chemiſche Umwandlung nur die mit dem Zucker zunächſt verwandten Stoffe, die ſtärkemehlartigen Subſtanzen, betrifft. Die Möglichkeit aber, daß auch eiweißhaltige Subſtanzen in ſolcher Weiſe als Schutzmittel gegen den Eingriff des Sauerſtoffes verwendet werden können, läßt ſich von vorneherein durchaus nicht abweiſen. Leider beſitzen wir noch kein Maß, um die Menge des auf dieſe Weiſe unmittelbar verbrauchten Zuckers, alſo den Bruchtheil der als Schutzmittel verwendeten Nahrung, beſtimmen zu können. Und wenn man auch behaupten könnte, daß die Menge der abgeſonderten Galle ein ſolches Maß zu liefern im Stande ſei, ſo müßte doch eine ſolche Behauptung genauer erhärtet werden. Es iſt wahrſcheinlich, daß im geſunden Zuſtande dieſes Maß ein beſtimmtes iſt, welches im Verhältniß zu der Körpermaſſe ſteht

und nur geringen Schwankungen unterworfen ist. Jedenfalls bildet es aber einen großen Theil des wirklichen Umsatzes der eingenommenen Nahrungsmittel, während der kleinere Theil derselben zum Wiederaufbau der abgenutzten Körpersubstanz verwendet, und, wenn Ueberschuß vorhanden ist, als Reservefonds in der Gestalt von Fett niedergelegt wird.

Schon oben machten wir darauf aufmerksam, daß in allen Flüssigkeiten des Körpers, in allen festen Bestandtheilen desselben auch dann noch Fett enthalten ist, wenn dasselbe nicht in besonderer Form nachweisbar ist. Dieses chemisch gebundene Fett, welches einen integrirenden Bestandtheil speziell morphologisch ausgebildeter Gewebe macht, bildet natürlich eine constante Größe, die im Verhältniß zu der Masse dieser Gewebe steht, und die, wie wir aus den Resultaten der Versuche über das Verhungern sahen, mit äußerster Hartnäckigkeit der Verzehrung widersteht. Anders verhält es sich mit demjenigen Fette, welches in eigener Form, in Gestalt von Bläschen, die mit Zellhüllen umgeben sind, in den Zwischenräumen der Gewebe und namentlich unter der Haut, in dem Gekröse und den Netzen, sowie zwischen den Muskeln abgelagert ist. Die Menge dieses Fettes bildet eine äußerst variable Größe. Sie steigt mit dem übermäßigen Gebrauche fettbildender Nahrungsmittel und sinkt wieder bei mangelnder Einnahme. Die Abmagerung, mag sie nun durch Hunger oder durch andere Ursachen bewirkt werden, betrifft immer zuerst diesen Reservefonds, welcher bis auf die Neige verzehrt wird, während die anderen Gewebe in weit geringerem Grade angegriffen werden. Nichts desto weniger bleibt auch hier stets ein kleiner Rest und zwar an solchen Stellen, wo dieses frei angehäufte Fett eine nothwendige Bedingung der Funktion ist, wie z. B. in der Augenhöhle, wo die Bewegungen des Augapfels ohne das vorhandene Fettpolster nicht stattfinden könnten. Der größte Theil des Fettes aber wird ohne Zweifel beim Hungern unmittelbar verbrannt und in Form von Kohlensäure und Wasser nach Außen geführt.

Betrachtet man die Ausgaben eines hungernden Thieres, so sieht man leicht, daß dieselben nicht einzig durch Verzehrung des aufgespeicherten Fettes gedeckt werden können. Die Ausscheidung einer bestimmten Quantität Harnstoff, der nothwendig das Resultat der Zersetzung stickstoffhaltiger Substanzen sein muß, dauert auch bei dem Hungern beständig fort. Es muß somit beständig eine gewisse Menge stickstoffhaltiger Substanzen des Körpers zersetzt werden. Das Maß dieser Zersetzung bleibt sich in den ersten Tagen des Hungers ziemlich gleich, und hierauf gestützt hat man eine Unterscheidung zwischen derjenigen Menge von Nahrungsstoffen, welche zur Deckung des Verlustes beim Hungern nöthig ist, und derjenigen, die darüber hinaus aufgenommen wird, versucht. Man hat diese letztere Menge von Nahrungsmitteln, die über den zur Deckung des Verlustes beim Hungern nothwendigen Verbrauch hinausgehen, den Luxusverbrauch genannt. Es giebt aber kein Thier, bei welchem nicht ein Luxusverbrauch in diesem Sinne stattfände. Und es wäre doch wahrlich der Begriff des Luxus zu weit ausgedehnt, wenn man behaupten wollte, daß der Proletarier bei der unzureichenden und unzweckmäßig gemischten Nahrung, die er sich mit größter Mühe verschafft, auch noch obendrein dem Luxus huldige. Besser würde es sein, nur denjenigen Verbrauch als Luxusverbrauch zu bezeichnen, der entweder zum Aufspeichern des Reservefonds von Fett in dem Körper dient, oder aber in den Verdauungsorganen nicht bewältigt und unverarbeitet abgeschieden wird. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die reicheren Schichten der menschlichen Gesellschaft nicht nur mehr consumiren, als sie zum Ersatz ihres Stoffwechsels nöthig hätten, mehr, als sie in Form von Fett aufspeichern können, sondern, daß sie auch überhaupt mehr einnehmen, als die Verdauungsorgane zu bewältigen im Stande sind. Da nun dieses Mehr auch die stickstoffhaltigen Bestandtheile ihrer Nahrung beschlägt, so ist der Koth solcher Luxusconsumenten gewiß weit reicher an Stickstoff, als derjenige der ärmeren Klassen, die mit größtem Aufwande an Verdauungskraft aus Kartoffeln, Rüben und ähnlichem Zeuge die wenigen blutbildenden Substanzen

ausziehen müſſen, die darin enthalten ſind. Wenn auch vergleichende chemiſche Unterſuchungen in dieſer Hinſicht fehlen, ſo hat doch die Praxis in denjenigen Ländern, in welchen der Menſchenkoth faſt alleiniges Düngungsmittel iſt, das Richtige zu finden gewußt. So pflegen in Nizza die Ackerbauer den Inhalt der Abtrittsgruben zu kaufen, deren Werth man nach der Zahl der Hausbewohner berechnet. Der Inhalt der Kaſernenabtritte wird aber durchſchnittlich nur halb ſo theuer bezahlt, als derjenige der Häuſer, die von den reichen Fremden bewohnt ſind. Für einen Soldaten, deſſen Koth faſt nur ſtickſtoffloſe Subſtanzen enthält, zahlt der Bauer eine jährliche Rente von 4 bis 5 Franken an den Grubenbeſitzer, für einen fremden Luxusconſumenten hingegen, der eine Menge Stickſtoff unbenutzt durch ſeinen Körper hindurchjagt, findet man 8 bis 10 Franken nicht zu viel.

Will man die in dem Körper vor ſich gehenden Metamorphoſen verfolgen, ſo müſſen zwei verſchiedene Unterſuchungsmethoden mit einander Hand in Hand gehen. Einerſeits die chemiſche, welche die Umſetzung der Stoffe an ſich verfolgt und nachzuweiſen verſucht, durch welche Zwiſchenſtufen z. B. das Eiweiß durchgehen müſſe, das ſich vielleicht bei dem Verbrauch innerhalb des Körpers zuerſt in Harnſtoff und Gallenbeſtandtheile ſpaltet, und dann durch Verbrennung der letzteren auch zu dem Athemprozeſſe ſein Contingent liefert. Durch Berechnung aus der Gallenmenge, die in 24 Stunden ergoſſen wird, hat man gefunden, daß etwa 5 Prozent der Ausgaben von Stoffen herrühren, welche in der angegebenen Weiſe eine Zwiſchenmetamorphoſe in der Leber erfahren, und daß dieſer Zwiſchenkreislauf durch die Leber hauptſächlich die kohlenſtoffhaltigen Subſtanzen, ſowie den Schwefel der eiweißſtoffigen betrifft, während die übrigen 95 Prozent durch direkten Stoffwechſel innerhalb des Bereiches des großen Kreislaufes ihrem Endziele entgegen geführt werden. Die Feſtſtellung der Zwiſchenſtufen aber, welche die chemiſchen Körper durchlaufen, iſt eine weſentliche Aufgabe der heutigen phyſiologiſchen Chemie, und deshalb beſonders erſchwert, weil dieſelbe in mikroſkopiſchen Formelementen vor ſich geht, und

Stoffe erzeugt, deren Reaktionen zu unſicher ſind, um in ſolchen kleinen Mengen gehörig erkannt werden zu können. Es würde uns zu weit führen, wollten wir auf diejenigen chemiſchen Metamorphoſen näher eingehen, die bis jetzt unterſucht und gekannt ſind, zumal da noch viele Lücken in dieſer Kenntniß aus dem angegebenen Grunde ſich finden.

Viele Schwierigkeiten ſtellen ſich auch der Erkenntniß der Umbildung in den Formelementen des Körpers entgegen. Die Deutung der einzelnen Geſtaltänderungen, welche man an dieſen Formelementen bemerkt, iſt meiſt zweifelhaft, da man oft nicht weiß, ob ſie der Neubildung oder dem Zerfallen angehören. Die Veränderungen ſelbſt ſind oft ſo gering, daß man nicht ſicher iſt, ob ſie durch den Lebensprozeß ſelbſt, oder durch die Behandlung des Gegenſtandes erzeugt ſind.

Man glaubte in den feſten Organen des Körpers, in den Knochen und Zähnen, ein Mittel gefunden zu haben, der Ernährung Schritt für Schritt nachzugehen. Man hatte beobachtet, daß nach Fütterung mit Krapp und Färberröthe die Knochen, beſonders junger Thiere, ſich mehr oder minder intenſiv roth färbten. Fütterte man nun abwechſelnd mit der Nahrung während einiger Zeit Krapp und ließ nachher denſelben weg, ſo fand man auf Durchſchnitten der Knochen abwechſelnd rothe und weiße Ringe, die den einzelnen Fütterungsperioden entſprachen. Dieſe Schichten ſollten allmählich von Außen, von der Beinhaut aus, nach Innen gegen die Markhöhle rücken und dort verſchwinden. Dieſe Wanderung ſollte nach der Meinung einiger Forſcher den beſten Beweis dafür ablegen, daß die Knochenelemente in einem beſtändigen Umſatze ſich befänden, durch welchen von der Beinhaut aus ſtets neue Schichten abgeſetzt würden, während von der Markhöhle aus eine beſtändige Aufſaugung einwirke. Bei der Umlegung von Platindrähten oder Plättchen, die man zwiſchen die Beinhaut und den Knochen ſchob, fand man ein ähnliches Reſultat. Dieſe Körper wanderten allmählich von der Außenſeite des Knochens nach Innen und gelangten zuletzt in die Markhöhle, ohne daß man eine Verdickung des Knochens bemerkt

hätte. Wären die Verhältniſſe ſo einfach, wie die erſten Verſuche ſie darzuſtellen ſchienen, ſo hätte man allerdings hier ein genaues Zeitmaß für den Stoffwechſel in den Feſtgebilden ſich verſchaffen können. Man mußte ſich aber bald überzeugen, daß die rothe Färbung der Knochen daher rühre, daß der in dem Blute kreiſende Farbeſtoff mit dem phosphorſauren Kalke der Knochen eine ſchwer lösliche Verbindung eingeht, die allmählich bei dem Aufhören der Krappfütterung von dem Blute wieder ausgewaſchen wird, ohne daß das Knochengewebe ſelbſt bei dieſem Prozeſſe eine ſichtbare Aenderung erleidet. Dieſe Auswaſchung muß natürlich am ſtärkſten da ſtattfinden, wo das meiſte Blut cirkulirt, ebenſo wie auch der Abſatz in den blutreichen Stellen der Knochen am ſtärkſten ſein muß, und da dieſes in der Nähe der Beinhaut der Fall iſt, ſo wurde die Schichtenbildung ganz einfach durch den abwechſelnden Abſatz und die Wegſchwemmung des Farbeſtoffes bedingt. Das Knochengewebe ſelbſt aber erſchien in ſeinen Formelementen nur äußerſt wenig wandelbar, und aus den ſchon erwähnten Fütterungsverſuchen mit Subſtanzen, die keine Aſchenbeſtandtheile enthalten, geht deutlich hervor, daß der Umſatz in ihm nur ſehr gering iſt und verhältnißmäßig langer Zeiträume bedarf.

So ward man denn wieder auf die weichen Theile hingewieſen, an denen freilich einen beſtimmten Maßſtab herzuſtellen nicht leicht war. Von vorneherein muß man ſich ſagen, daß in dem Blute, welches allen Umſatz vermittelt, auch in der That der ſtärkſte Umſatz ſtattfinden müſſe, und es iſt wahrſcheinlich, daß die Blutkörperchen keine unveränderlichen Größen, ſondern einem beſtändigen Prozeſſe der Umbildung unterworfen ſeien. Man ſah in der Lymphe mit dem Aufſteigen durch die Lymphdrüſen und den Milchbruſtgang und dem Annähern an die Blutbahn ſelbſt die Körperchen ſtets mehr ſich röthen und den Blutkörperchen ähnlich werden. Man glaubte in den Blutkörperchen ſelbſt manche Vorgänge zu ſehen, die man auf ein allmähliches Verfallen derſelben zu deuten ſuchte. Man glaubte endlich in der Leber und in der Milz die Organe gefunden zu haben, in welchen

die Einen, wie sie sich auszudrücken beliebten, die Blutkörperchen massenhaft zu Grunde gehen ließen, während Andere wieder dieselben Erscheinungen, die man als den Todesprozeß der Blutkörperchen auffaßte, in umgekehrter Reihenfolge als die verschiedenen Momente ihrer Entstehung deuteten. Bei der Kleinheit der menschlichen Blutkörperchen und ihrer großen Empfindlichkeit gegen Reagentien konnte man über solche Punkte lange streiten, ohne ins Reine zu kommen. Aber ein Resultat mußte doch gefunden werden, denn man hatte sich aufs Deutlichste durch Zählungen überzeugt, daß in der That der Regenerationsprozeß der Blutkörperchen mit der Nahrungsaufnahme gleichen Schritt halte. Drei bis vier Stunden nach dem Mittagsmahle fand man die höchste Verhältnißzahl, sechs bis sieben farblose Lymphkörperchen auf je 2000 Blutkörperchen. Nach geschehener Verdauung nahm die Zahl ab, und endlich, etwa 12 Stunden nach dem Essen, fand man nur fünf farblose Lymphkörperchen im Verhältniß zu derselben Zahl von Blutkörperchen.

Neuere Untersuchungen an Fröschen, bei denen die Elemente des Blutes ihrer bedeutenderen Größe wegen ein leichteres Objekt bieten, haben zur Lösung dieser Frage wesentlich beigetragen. Wir erwähnten schon oben, daß man bei Fröschen trotz der Wegnahme von Leber und Milz das Leben Wochen lang erhalten könne, und daß nach dieser Operation der Kohlensäureertrag der Athmung um ein Bedeutendes sinke, die Rückbildung und Verbrennung der Gewebe also durch die Existenz der Leber und Milz begünstigt werde. Man fand nun, daß bei solchen entleberten Fröschen der Verlust der Leber eine außerordentliche Vermehrung der farblosen und mithin eine beträchtliche Verminderung der farbigen Blutkörperchen nach sich ziehe. Frösche, die zugleich der Milz und der Leber beraubt sind, besitzen ungleich mehr farblose Blutkörperchen im Verhältniß zu den farbigen, als unversehrte. Das Verhältniß stellt sich bei den entleberten und entmilzten Fröschen wie 1 : 4, bei den gesunden wie 1 : 8, und bei Fröschen, denen man nur die Leber weggenommen hat, wie 2 : 5. Es geht hieraus auf das Deutlichste

hervor, daß in der Leber und Milz ein bedeutender Umwandlungsprozeß der Blutkörperchen ſtattfindet, indem dort die farbloſen Körperchen in farbige übergehen. Auch dieſen Prozeß hat derſelbe genaue Beobachter hinſichtlich der Formenentwickelung genauer verfolgt. Die farbloſen Blutkörperchen des Froſches ſind rund, ſchwach körnig, mit einem ſchärfer gekörnten runden Kerne verſehen. Nach mancherlei oft bizarren Geſtaltsveränderungen werden ſie mehr länglich, der Kern zerfällt, bildet einzelne tropfenähnliche Körner, die nach und nach verſchwinden, während die Zelle ſelbſt ſich allmählich roth färbt. Bemerkenswerth iſt es, daß dieſer Prozeß der Formbildung ganz in ähnlicher Weiſe ſich bei der Froſchlarve wiederholt und die Ausbildung der Blutkörperchen aus urſprünglichen Embryonalzellen ganz dieſelben Stufen durchläuft.

Es würde zu weit führen, wollten wir hier auf diejenigen Erſcheinungen näher eingehen, welche, in den übrigen Formelementen des Körpers auftretend, auf einen ſteten Wechſel derſelben ſchließen laſſen. Wir müſſen offen geſtehen, daß die Beobachtung in dieſer Hinſicht bis jetzt nur ſehr wenige Reſultate geliefert hat, und daß wir ſo auch trotz des Mikroſkopes hier noch vor einem ganzen Cyklus von Metamorphoſen ſtehen, von welchen uns vor der Hand nur die Endreſultate bekannt ſind. Wenn ein Chemiker geſagt hat, daß wir die Erſcheinungen des Zerfallens der organiſchen Subſtanzen mit weit leichterer Mühe verfolgen können, als diejenigen des Aufbaues, ſo müſſen wir von unſeren anatomiſchen Hülfsmitteln bekennen, daß wir zwar die gegebene Form durch ſie leicht erkennen können, daß uns aber große Schwierigkeiten entgegen ſtehen, wenn wir den Aufbau, noch größere, wenn wir den Zerfall der Formelemente uns klar machen wollen.

Neunter Brief.

Die thierische Wärme.

Linné hat in seiner Eintheilung der höheren Thiere hauptsächlich auf einen Charakter Rücksicht genommen, der jedem Kinde bekannt ist, nämlich auf die Wärme des Blutes, und danach zwei Hauptgruppen: warmblütige und kaltblütige Thiere, aufgestellt. Der unangenehme Eindruck, den wir empfinden, wenn wir die Haut eines Frosches oder Fisches berühren, der Widerwillen, den viele Personen gegen die Annäherung eines solchen Thieres zeigen, ist tief begründet in der Aehnlichkeit ihrer Temperatur mit der eines Leichnames. In den todten Körpern der Menschen, der Säugethiere und Vögel ist die Wärme geschwunden, welche das Resultat des Lebens war. In dem lebenden Reptil, Lurch oder Fisch, findet zwar während des Lebens eine Wärmeentwickelung statt, die aber so schwach ist, daß sie unsere Hand nicht mehr fühlt, während das Thermometer sie deutlich angiebt. Bei den warmblütigen Thieren erhält sich die Wärme innerhalb sehr geringer Schwankungen auf demselben Grade, mögen sie nun in kalter oder warmer Umgebung sich befinden; man hat sie deshalb auch gleichwarme genannt. Bei den kaltblütigen dagegen, die man deshalb auch wechselwarme genannt hat, steigt oder sinkt die Körperwärme mit dem umgebenden Medium, doch in der Weise, daß sie in kalten Medien etwas wärmer, in warmer Umgebung dagegen, bei beschleunigtem Stoffumsatz, dennoch etwas kälter sind. Es deutet dies auf einen

bedeutenden Unterſchied in dem Lebensprozeſſe der Wirbelthiere hin, denn die Produktion der Wärme iſt nichts Zufälliges; ſie iſt auf das Innigſte mit dem Leben verbunden und bei den höheren Thieren eines der weſentlichſten Reſultate des Stoffwechſels. Gerade darum aber, weil dieſe Wärme eben nur als eines der letzten Reſultate auftritt und mit allen einzelnen Phänomenen dieſes Prozeſſes in Verbindung zu ſtehen ſcheint, eben deshalb iſt auch ihre Erzeugung einer der dunkelſten Punkte in der Phyſiologie. Man kann kaum einen Eingriff in die geringſte Funktion des Körpers wagen, kaum eine Aenderung dieſes oder jenes ſcheinbar vereinzelten Phänomens beobachten, ohne zugleich eine Veränderung des Wärmegrades eines einzelnen Theiles oder des Geſammtkörpers wahrzunehmen. Man hat nun, wie es ſcheinen will, viel zu häufig den Fehler begangen, je nachdem man dieſe oder jene Quelle der Wärme entdeckte, dieſer auch allein die Produktion derſelben zuzuſchreiben, und nur zu oft den Erfahrungsſatz außer Augen gelaſſen, nach welchem gleiche Urſachen auch gleiche Wirkungen bedingen, nie aber gleiche Wirkungen auch auf gleiche Urſachen ſchließen laſſen. Das Holz geräth ins Brennen, ob man es nun nach der früheren Weiſe civiliſirter Nationen mit einem in Schwefel getauchten Zündhölzchen, oder nach Art der Wilden durch heftiges Reiben in Flammen ſetze; der chemiſche Prozeß, wie der mechaniſche Effekt, ſo verſchieden ſie auch in ſich ſein mögen, haben durchaus dieſelbe Wirkung —; wäre es nicht thöricht, behaupten zu wollen, daß man nur mittelſt Zündhölzchen anbrennen könne? — Man kann nicht leugnen, daß die Phyſiologen oft in dieſen Fehler gefallen ſind; der Eine, der durch Muskelbewegung Wärme erzeugt werden ſah, wollte dem Andern nicht glauben, der den chemiſchen Umwandlungen im Körper ebenfalls excluſiv die Wärmeerzeugung zuſchrieb. Ein vernünftiger Vergleich beider ſtreitenden Partheien, wo jede ein Weniges nachgelaſſen hätte, würde vielleicht den Streit zu Ende gebracht haben.

Man mißt die Temperatur des thieriſchen Körpers überhaupt meiſt an Orten, wo die Thermometerkugel in Oeffnungen

eingeführt werden kann. So meiſtens im Munde unter der Zunge, im After, in der Achſelhöhle u. ſ. w. Die mittlere Temperatur eines Erwachſenen an dieſen Stellen beträgt etwa 37,2 Grade des hunderttheiligen Thermometers, oder 29,8 des Réaumur'ſchen, während an freien Hautſtellen dieſe Temperatur um einige Grade ſinkt und im Durchſchnitte nur 34,1 Celſius oder 27,3 Réaumur beträgt.

Meſſungen der verſchiedenen Körpertheile ergeben ein Reſultat, welches mit den Schlüſſen, die man a priori machen könnte, vollkommen im Einklang ſteht. Es iſt begreiflich, daß das Blut im Inneren des Körpers die größte Wärme, etwa 38 bis 39 Grad, zeigt, daß aber Theile des Körpers, welche eine größere Oberfläche darbieten, aus denen mithin mehr Wärme ausſtrahlen kann, ſich ſchneller abkühlen, als andere, die nur eine ſehr geringe Oberfläche beſitzen. Im Allgemeinen ſind noch die einzelnen Theile in der Beziehung vortheilhaft gebaut, daß ſie mehr oder minder regelmäßige Cylinder darſtellen, wie der Rumpf, die Arme und Beine, oder ſelbſt Formen, welche derjenigen der Kugel nahe kommen, mithin bei größtem Rauminhalte die kleinſte Oberfläche darbieten. Nichts deſto weniger iſt der Wärmeverluſt, den die Enden der Extremitäten, die Finger, Zehen, Hände und Füße erleiden, ſo bedeutend, daß an der Fußſohle z. B. die Temperatur nur 32°,3 C. beträgt. Einen Schutz gegen ſolchen Verluſt verſchafft uns die Bedeckung mittelſt ſchlecht leitender Körper, wie Wolle, Federn, Haare u. ſ. w. Alle dieſe Stoffe zeichnen ſich durch die Eigenſchaft aus, daß die Wärme ſie nur ſehr ſchwer durchdringt, aber auch eben ſo ſchwer von ihnen mitgetheilt wird. Ein Stück Metall, das an dem einen Ende glühend iſt, kann nicht ohne Schaden an dem anderen Ende angefaßt werden; ein Holzbrand dagegen, der unten brennt, zeigt wenige Zolle davon kaum eine merkliche Erhöhung ſeiner Wärme.

Ein Metall aber kühlt ſich ſchnell ab, giebt die Wärme, die es erhalten, eben ſo ſchnell ab, als es ſie in ſeinem Innern weiter leitete, während ein ſchlechter Leiter ſie eben ſo lange erhält, als er ſie langſam in ſich aufnimmt. In unſeren Climaten,

wo die mittlere Jahrestemperatur etwa um 20 Grade tiefer ſteht, als diejenige des Körpers, bedarf es mithin eines Schutzes, und dieſen ſuchen wir ihm durch Kleider, Pelzwerk, Federdecken zu gewähren. Bei den Thieren, welche die nordiſchen und gemäßigten Climate bewohnen, hat die Natur in ähnlicher Weiſe geſorgt. Die Fiſchſäugethiere ausgenommen, über deren Organiſation und Lebensverhältniſſe wir überhaupt nur ſehr wenige Kenntniſſe beſitzen, ſind alle Thiere der kälteren Zonen mit dichten Pelz- oder Federüberzügen verſehen, deren Dichtigkeit bekanntlich im Winter um ein Bedeutendes zunimmt. Man würde vergeblich außerhalb der warmen Zonen Thiere mit nackter, kahler Haut ſuchen, welche in der Nähe des Aequators ſo häufig vorkommen. Ich will damit keineswegs behaupten, daß die Natur den Thieren einzig nur deshalb Federn und Haare auf dem Leibe wachſen laſſe, um ſie fein warm zu halten; es giebt an dem Aequator Thiere, die ein eben ſo ſchönes Pelzwerk beſitzen als andere an den Polen, und neben Affen mit langen dichten Wollhaaren klettern andere in den Urwäldern Amerika's umher, die faſt nackt ſind.

Man hat bekanntlich viel von dem kälteren Blute der Nordländer, dem heißeren der Südländer geſprochen, und die Poeten namentlich haben dies Kapitel auf das Reichlichſte ausgebeutet. Die Eiferſucht, Rachſucht, kurz alle Triebe und Leidenſchaften, welche bei einzelnen Völkern mehr oder minder ausgeprägt ſcheinen, werden auf Rechnung der Wärme des Blutes geſchoben. Mit dieſen phyſiologiſchen Eroberungen nicht zufrieden, ging ein Dichter aus der Zeit des Becker'ſchen Rheinliedes ſogar ſo weit, auch die Farbe des Blutes bei den verſchiedenen Raçen verſchieden zu finden, und den Germanen blaues, den Franken rothes Blut zu vindiciren. Ich weiß nicht, ob ſich dieſe Behauptung auf genauere Beobachtungen ſtützt; — was die Temperatur des Blutes betrifft, ſo kann man ziemlich dreiſt behaupten, daß ſolche Verſchiedenheiten nicht exiſtiren, und daß die kleinen Abweichungen, welche man bei den Völkern der entlegenſten Zonen getroffen hat, nicht größer ſind als die Verſchiedenheiten,

welche man bei einzelnen Individuen findet. Der Malaye, deſſen wüthende Leidenſchaften zum Sprüchwort geworden ſind, zeigt keine größere Wärme des Blutes, als der geduldige Hottentotte, und wenn auch die Unterſuchungen der Naturforſcher über dieſen Punkt noch nicht alle wünſchenswerthe Ausdehnung erhalten haben, ſo darf man doch ſchon jetzt den Dichtern und Nationalökonomen den Rath geben, andere Gründe für die Charakterverſchiedenheit der Raçen und Völker zu ſuchen.

Aus vielfachen vergleichenden Unterſuchungen geht hervor, daß Männer und Weiber faſt genau die gleiche Temperatur haben, indem bei den Frauen der geringere Stoffwechſel durch geringere Wärmeausſtrahlung ausgeglichen wird. Das Alter hat keine unbedeutenden Einflüſſe auf die Wärme des Körpers. Unmittelbar bei der Geburt iſt dieſelbe am höchſten, ſinkt aber ſchnell in den erſten Stunden, um ſich, ſobald einmal Athmung und Kreislauf vollſtändig hergeſtellt ſind, etwa auf derſelben Höhe bis zum Eintritt der Reife zu erhalten. Von dem zwanzigſten Jahre an ſinkt die Wärme zwar nur ſehr unbedeutend, doch allmählich bis etwa zu dem ſechzigſten, wo ihr tiefſter Stand ſtattfindet. Bei Greiſen ſteigt ſie wieder und zwar ſo ſehr, daß ſie das Maß des kindlichen Alters erreicht. Dies ſcheint freilich im Widerſpruche zu ſtehen mit dem Sinken des Lebensprozeſſes überhaupt bei den Greiſen. Man darf aber nicht vergeſſen, daß der Produktion der inneren Wärme durch einen äußeren Faktor, durch Ausſtrahlung und Verdunſtung auf der Haut, entgegengearbeitet wird, und daß bei den Greiſen die Haut ſtets welk, zuſammengefallen, und die abkühlende Schweißbildung und Ausdünſtung auf ein Minimum beſchränkt iſt. Periodiſche Schwankungen während des Tages finden allgemein ſtatt und ſcheinen ſelbſt in gewiſſem Grade unabhängig von der Lebensweiſe. Merkwürdiger Weiſe ſind dieſe täglichen Schwankungen größer, als die Unterſchiede zwiſchen den mittleren Temperaturen in verſchiedenem Alter, denn ſie betragen faſt 1 Grad R., während der Unterſchied zwiſchen der höchſten Temperatur zur Zeit der Reife im vierzehnten Jahre bis zum ſechzigſten nicht ganz

½ Grad beträgt. Die Temperatur erhebt ſich des Morgens nach dem Erwachen ziemlich ſchnell und erreicht ihren erſten Höhepunkt um die 11. Vormittagsſtunde; ſie ſinkt in den darauf folgenden Stunden ein wenig, bis die Zeit des Mittagsbrodes den Ausgangspunkt eines neuen Anſteigens bildet, welches um die 6. bis 7. Nachmittagsſtunde ſeinen Gipfel erreicht. Von dieſem, welcher zugleich der Höhepunkt für den ganzen Tag iſt, an, ſinkt dann die Temperatur faſt ſtetig während der Abend- und Nachtſtunden, und erreicht während des Schlafes um die 4. Nachmitternachtsſtunde ihren niedrigſten Stand. Um mich eines verſtändlichen Bildes zu bedienen, macht alſo die Temperatur im Laufe des Tages eine doppelte Welle. Der Wellenberg der kleineren fällt in die 11., ihr Thal in die 2. Mittagsſtunde; der Berg der größeren in die 6. Nachmittagsſtunde, das Thal derſelben in die 4. Nachmitternachtsſtunde. Es ſtehen dieſe Schwankungen in dem genaueſten Zuſammenhange mit dem Pulſe, deſſen Häufigkeit ganz denſelben gleichzeitigen Schwankungen unterliegt, und dadurch auch mit der Athmung, da, wie wir geſehen haben, die Häufigkeit der Athembewegungen ſtets in einem gewiſſen Verhältniß zu derjenigen des Pulſes ſteht.

Die Temperaturverſchiedenheiten der inneren Theile des Körpers können natürlich nur unvollkommen bei lebenden Menſchen unterſucht werden, und auch bei Thieren ſind bis jetzt nur wenige Verſuche mit zuverläſſiger Genauigkeit angeſtellt worden, da der dazu nöthige operative Eingriff ſogleich die Wärmeentwicklung ſtört. Es iſt zu beklagen, daß wir hier keine Thatſachen in großer Zahl beſitzen, die freilich genau genug geſammelt ſein müßten, um ſehr kleine Verſchiedenheiten von einem Zehntel und ſelbſt einem Zwanzigſtel Grad mit Sicherheit angeben zu können; ſolche Verſuche würden mehr, als lange Seiten theoretiſcher Abhandlungen, auf ſichere Schlüſſe über den eigentlichen Ort der Wärmeerzeugung führen. Die bis jetzt bekannten Verſuche ergeben nur ſehr wenig Reſultate. So ſoll das Blut der Halsſchlagader beinahe um einen Grad höher temperirt ſein, als dasjenige der Halsvenen, wie überhaupt die tiefer und geſchützter

liegenden Arterien der Extremitäten wärmeres Blut führen ſollen, als die oberflächlicher verlaufenden Venen; Lunge und Leber ebenfalls um einen Grad höher, als Gehirn und Magen; und das aus ihnen zurückkehrende Blut wärmer als das einſtrömende, ein Beweis für den in den Organen vorgehenden lebhaften Stoffwechſel; das Blut der Lebervenen wärmer, als das aller übrigen Körpertheile; das Blut der rechten Herzkammer um zwei Zehntel Grad wärmer, als das durch die Athmung abgekühlte Blut der linken Herzkammer.

Die Athmung iſt ohne Zweifel einer der wichtigſten Hebel zur Erzeugung der Wärme. In allen Fällen, wo die Athmung ſinkt, wo die Athemzüge in längeren Intervallen folgen, nur kurz ſind, und an Intenſität, Tiefe und Schnelligkeit abnehmen, in allen dieſen Fällen ſinkt auch die Temperatur des Körpers raſch und oft ſelbſt mit auffallender Schnelligkeit. Jeder hat wohl ſchon dieſe Beobachtung bei Individuen gemacht, welche in Ohnmacht fallen, wo die Athemzüge faſt gänzlich verſchwinden, der Herzſchlag ſich vermindert und eiſige Kälte ſich über den Körper verbreitet. Beiläufig geſagt iſt dadurch auch ein Mittel gegeben, eine wahre Ohnmacht von einer verſtellten zu unterſcheiden. Wir können zwar willkürlich den Athem einhalten und uns ſo gewöhnen, daß wir denſelben nur unmerklich und in großen Intervallen ſchöpfen; allein willkürlich kalt zu werden iſt noch keinem Menſchenkinde gelungen; ſogar den Frauen nicht, welche zuweilen in Darſtellung künſtlicher Ohnmachten eine anerkennenswerthe Virtuoſität beſitzen.

In weit ausgedehnterem Maße aber laſſen ſich dieſe Erſcheinungen bei denjenigen Thieren beobachten, welche in Winterſchlaf ſinken. Ich habe ſelbſt Gelegenheit gehabt, den kleinen Siebenſchläfer, die ſogenannte Haſelmaus, in ihrem Schlafe zu beobachten, und genaue Unterſuchungen über die Murmelthiere im Winterſchlafe ſind vor nicht langer Zeit von einem meiner Freunde veröffentlicht worden. Sobald das Thier ſchläft, werden ſeine Athemzüge ſo ſelten und ſo ſanft, daß es kaum möglich iſt, ſie zu beobachten; das Herz ſchlägt nur äußerſt ſchwach und kaum

fühlbar. Unmittelbar nach dem Einſchlafen ſinkt auch die Eigenwärme des Thieres, und zwar allmählich ſo tief, daß ſie kaum ein Weniges über der Temperatur des umgebenden Raumes ſich erhält. So bleibt das Thier während ſeines Schlafes. Sobald es aber erwacht, werden die Athemzüge häufiger, der Herzſchlag raſcher und in kurzer Zeit ſteigt die Wärme höher und höher, bis ſie den Punkt erreicht, auf welchem ſie ſich beim wachenden Zuſtande ſtationär erhält. Ob das Thier unmittelbar vorher gefreſſen habe, oder nicht, hat auf die nachfolgenden Erſcheinungen durchaus keinen Einfluß; ſeine Temperatur ſinkt beim Einſchlafen in durchaus ähnlicher Weiſe.

Der Einfluß der Reſpiration auf Entwickelung der Wärme iſt demnach nicht zu verkennen; allein es fragt ſich, ob derſelbe unmittelbar iſt, ob der chemiſche Prozeß der Athmung ſelbſt Wärme bildet, oder ob vielmehr dieſe Funktion nur mittelbar wirkt, indem ſie mit anderen Thätigkeiten des Körpers in die engſte Verbindung tritt.

Es kann nicht geläugnet werden, daß in dem Körper eine Oxydation der durch die Nahrungsmittel eingeführten Stoffe vor ſich geht. Betrachten wir die in dem Darmkanal aufgenommenen Subſtanzen ihrer allgemeinſten Zuſammenſetzung nach, ſo ſtellt ſich heraus, daß alle eine beſtimmte Quantität Sauerſtoff enthalten, nie aber eine ſo große Menge dieſes Elementes, daß ſie hinreichend wäre, den Kohlenſtoff und den Waſſerſtoff, der ſich ebenfalls in den Nahrungsmitteln findet, vollſtändig zu verbrennen und in Kohlenſäure und Waſſer überzuführen. Auf der anderen Seite treten uns in den Auswurfsſtoffen des Körpers, und namentlich in den gasförmigen Produkten der Reſpiration, dieſe zwei vollſtändig oxydirten Stoffe hauptſächlich entgegen; die Athmung liefert Kohlenſäure und Waſſer. Es muß demnach offenbar in dem Körper eine Verbrennung des Kohlenſtoffes und des Waſſerſtoffes auf Koſten des durch die Reſpiration zugeführten Sauerſtoffes der Luft vor ſich gehen, und daß Verbrennung Wärme entwickele, iſt eine Thatſache, die nicht erſt bewieſen zu werden braucht. Die erſte Frage, welche hier geſtellt

werden muß, iſt ohne Zweifel die: Genügt die auf die angegebene Weiſe entwickelte Wärmemenge, den Verluſt, welchen der Körper beſtändig durch Ausſtrahlen erleidet, zu decken? Iſt es möglich, aus dieſer beſtändigen Verbrennung zu erklären, warum wir in den verſchiedenſten Temperaturen der umgebenden Luft dennoch ſtets dieſelbe Eigenwärme beibehalten, oder können noch andere Wärmequellen nachgewieſen werden?

Man hat approximativ ſo genau als möglich die Menge von Kohlenſtoff zu beſtimmen geſucht, welche in den Körper durch die Nahrungsmittel gelangt. Es müſſen ſolche Berechnungen ſtets etwas Schwankendes haben; denn ſelten wohl findet man Leute, die ſich zu einem durchaus regelmäßigen Regime hergeben wollen, die einen Tag um den andern genau dieſelbe Quantität Speiſen zu ſich nehmen möchten und ohne zu wechſeln eine ſolche Lebensart Monate durchführen wollten. Unterſcheidet ſich doch, der Behauptung Beaumarchais' zu Folge, der Menſch neben anderen Charakteren gerade dadurch von den Thieren, daß er über den Durſt trinkt, und oft auch mehr ißt, als er Hunger hat. Aus der Verproviantirung der däniſchen Seeleute hat man berechnet, daß dieſelben etwa 23 Loth Kohlenſtoff in 24 Stunden verbrauchen, und für die engliſchen Seeleute gelangte man etwa auf die gleiche Zahl. Für die Gefangenen eines Zuchthauſes, welche gemeinſchaftlich und ſo viel wie möglich im Freien arbeiten, erhielt man den etwas geringeren Werth von 21 Loth, und für Gefangene in Einzelhaft und Unterſuchungsarreſt die noch weit geringere Menge von 17 Loth, die auf eine zerſtörende Unterdrückung und Niederhaltung des Lebensprozeſſes deutet. Aus dieſer Verhältmißzahl ſchon kann man entnehmen, welche raffinirte Grauſamkeit unſer Zeitalter in Erfindung der lange fortgeſetzten Einzelhaft bethätigte. Fand doch derſelbe Beobachter, welcher dieſe niedrige Zahl des Kohlenſtoffverbrauches für die Einzelgefangenen berechnete, nach derſelben Methode für den Verbrauch einer Kompagnie Soldaten, deren Leben doch wahrlich nicht zu beneiden iſt, ein Mittelzahl von beinahe 28 Loth täglich, alſo 1/4 mehr als bei den Einzelgefangenen! Und ſolchen Zahlen gegen-

über müht man ſich noch ab, nachweiſen zu wollen, daß Menſchen durch die Einzelhaft gebeſſert und daß überhaupt dieſe Art und Weiſe der Behandlung den wohlthätigſten Einfluß auf ihre moraliſche Seite haben könne!

Kehren wir indeß zu unſerem Gegenſtande zurück. Man hat ſich vielfach abgemüht, nachzuweiſen, daß die Verbrennung der Kohlenſtoffmenge, welche in den Körper eingeführt wird, hinreiche, um die Entwickelung von Wärme in demſelben und den ſteten Verluſt durch Ausſtrahlung und Verdunſtung zu decken.

Man ging dabei von dem Satze aus, daß eine gewiſſe Menge Kohlenſtoff dieſelbe Quantität Wärme entwickeln müſſe, ob er nun direkt verbrannt werde, oder durch mancherlei Zwiſchenſtufen verſchiedenartiger Verbindungen dem Endziele der Verbrennung entgegen geführt werde. Allein gerade dieſer Fundamentalſatz wird durch neuere Unterſuchungen nicht beſtätigt, während auf der anderen Seite die Quellen der Wärmeentſtehung außerordentlich vermehrt werden durch die Erkenntniß, daß überhaupt gar kein Stoffumſatz, gar keine chemiſche Zerſetzung, gar keine Bewegung der Moleküle ſtattfinden könne ohne gleichzeitige Entbindung von Wärme. Hat man dies einmal erkannt, ſo muß man einſehen, daß es unmöglich iſt, auf experimentalem Wege das Maß der inneren Wärmeentwicklung im Körper anzugeben. Die Reſultate der Ernährung, die wir erſt in ihren Summen vor uns ſehen, ſind aus einer unendlichen Menge kleiner Pöſtchen zuſammengeſetzt, deren Maß eben ſeiner Kleinheit wegen ſich unſeren Unterſuchungsmitteln entzieht. Jedes Blutkörperchen, jedes Fäſerchen, jedes Tröpfchen Flüſſigkeit im Körper iſt in beſtändiger Bewegung, in ſtetem Umtauſche, in unausgeſetzter Zerſtörung und Neubildung begriffen. Jeder dieſer Prozeſſe, an unendlich kleinen Theilen vor ſich gehend, entwickelt eine unmeßbar kleine Menge von Wärme, deren Summe uns erſt in für unſere Inſtrumente zugänglicher Größe entgegentritt. Aus eben ſo kleinen Poſten ſummirt ſich auch der Verluſt, den der Körper durch Verdunſtung von Flüſſigkeiten, durch Verflüſſigung feſter Theile, durch Ausſtrahlung und ähnliche Prozeſſe erleidet,

und hier auch tritt uns erst die Summe dieser vielen unendlich kleinen Wirkungen entgegen.

Hat man sich diese Verhältnisse einmal klar gemacht, so hat man sich schon gewissermaßen die Frage beantwortet, an welchen Ort denn der Heerd der Wärmeerzeugung hinzusetzen sei. Die ältere Meinung, welche namentlich seit Lavoisier gang und gäbe geworden war, schien freilich die einfachste und ungezwungenste. Nach dieser fand die Verbrennung in der Lunge statt; das venöse Blut kreiste, mit verbrennlichen Stoffen angefüllt, in der Lunge, trat dort in Wechselwirkung mit dem Sauerstoff der Atmosphäre; was verbrennen konnte, verbrannte, und das durch diesen Prozeß erhitzte arterielle Blut verbreitete sich nun in dem ganzen Körper, überall hin seine Wärme tragend und vertheilend. Die Lungen waren demnach der thierische Ofen, und wie in einem mit Wasserheizung versehenen Hause versammelten sich die dort zusammenlaufenden Heizröhren nach allen Theilen des Körpers.

Manche Umstände jedoch ließen sich schwer mit dieser Annahme vereinigen, und namentlich darf man unter diesen die Temperatur der Lungen selbst in Anschlag bringen. Die Hitze müßte in diesen sehr groß, jedenfalls um einige Grad höher sein, als in den übrigen Theilen des Körpers. Die Erfahrung sagt hier das Gegentheil; die Lungen sind nicht wärmer als der Magen und alle anderen Eingeweide, welche in verschlossenen, wohlgeschützten Räumen liegen. Man hätte die aus dieser Thatsache abzuleitenden Schlußfolgerungen zwar noch umgehen können; mit dem Augenblick aber, wo durch den Versuch nachgewiesen wurde, daß Thiere auch in anderen Gasarten als Sauerstoff Kohlensäure ausathmen; daß die Kohlensäure in dem Blute schon existirt, ehe dieses nur in den Lungen ankommt und daraus dargestellt werden kann; mit diesem Augenblick, sage ich, mußte das ganze theoretische Gebäude fallen. Die Lungen konnten nicht mehr das einzige Organ sein, in welchem die Kohlensäure gebildet wird, und da der eben erwähnten Ansicht nach die Erzeugung dieses Oxydes die Ursache der Erwärmung des Körpers war, so mußte auch

nothwendig der Ort, wo dieſe vor ſich geht, aus den Lungen verlegt und anderen Organen vindicirt werden.

Wenn indeß auch die Lungen der alleinige Wärmeheerd nicht ſind, ſo muß dennoch zugeſtanden werden, daß wenigſtens ein geringer Grad von Wärme darin entwickelt werden müſſe. Folgende Umſtände ſcheinen eine ſolche Annahme durchaus gebieteriſch zu verlangen.

Die Luft, welche wir einathmen, hat im Durchſchnitt in unſeren Zonen eine Temperatur von 10 bis 12 Graden, im Sommer mehr, im Winter weniger. Selten nur haben wir Hitzegrade, wo die Luft ſo warm wäre, als unſer Körper. Die ausgeathmete Luft hingegen hat beinahe die Temperatur unſeres Körpers, ſie iſt demnach innerhalb der Lungen bis auf dieſen Grad erwärmt worden; die Lungen müſſen eine gewiſſe Quantität Wärme durch dieſe Abgabe verloren haben, die um ſo größer ausfällt, je kälter die äußere Temperatur iſt. Im Winter muß demnach dieſer Verluſt an Wärme weit bedeutender ſein, als im Sommer, und je weiter im Norden wir leben, um ſo mehr muß er zunehmen, während umgekehrt, gegen den Aequator hin, dieſer Verluſt mehr und mehr abnimmt.

Ferner iſt die Luft, die wir einathmen, nur ſehr ſelten mit Waſſerdampf geſättigt. Sie iſt wohl nie vollkommen trocken, allein eben ſo ſelten auch tritt der entgegengeſetzte Fall ein. Die ausgeathmete Luft dagegen iſt meiſt mit Waſſerdampf geſättigt, und dieſer Dampf kann nur durch Verdunſtung der innerhalb der Lungen befindlichen Flüſſigkeiten, d. h. des Blutes, geliefert werden. Nehmen wir nun auch an, daß ein Erwachſener täglich nicht mehr als ein halbes Pfund Waſſerdampf in ſeinen Lungen bilde (eine Annahme, die nach den jetzt vorliegenden Thatſachen eher zu gering, als zu hoch iſt), ſo erhalten wir dadurch ein Abkühlungsmoment, welches noch viel bedeutender einwirken dürfte, als die Erhitzung der eingeathmeten Luft. Denn es iſt bekannt, daß ein feſter Körper, welcher flüſſig wird, oder eine Flüſſigkeit, welche ſich in Dampf verwandelt, einer bedeutenden Quantität Wärme bedarf, um in ihren neuen Zuſtand überzugehen; daß dieſe Wärme, welche man

die latente nennt, ſich an dem Thermometer nicht mehr fühlbar macht, und daß ſomit die Verdampfung einer gewiſſen Quantität Waſſer in den Lungen eine bedeutende Abkühlung dieſer letzteren erzeugen müſſe. Dieſe Abkühlung aber kann in der That nicht nachgewieſen werden; die Lungen haben dieſelbe Temperatur, wie alle inneren Organe des Körpers, für welche dieſe außerordentlichen Momente der Abkühlung nicht eintreten, und es kann demnach mit vollem Rechte aus dieſer Thatſache gefolgert werden, daß in den Lungen noch eine beſondere Wärmequelle exiſtiren müſſe, welche, trotz des Umſtandes, daß ihnen beſtändig Wärme entzogen wird, ſie doch auf einer conſtanten Temperatur erhält.

Wie wir oben ſahen, liegt vielleicht ein Theil dieſer Quelle in dem Verbrauche des Leberzuckers innerhalb der Lunge. Ob die Verbrennung deſſelben aber hinreicht, den Wärmeverluſt der Lungen zu decken, iſt eine andere Frage, die noch ungelöſt erſcheint. Jedenfalls führen noch andere Beobachtungen zur Annahme eines Wärme erzeugenden Verbrennungsprozeſſes in den Lungen. Auffallend iſt es wenigſtens, daß bei alten Leuten, bei welchen die Intenſität der Reſpiration bekanntlich ſehr abnimmt, ſich beinahe regelmäßig in den Lungen ſchwarze Maſſen abſetzen, welche faſt nur aus reinem Kohlenſtoffe beſtehen. Dieſe Abſätze von Kohlenſtoff ſind nicht allein krankhafte, geſchwulſtartige Anhäufungen, die man unter dem Namen von Melanoſen ſchon ſeit langer Zeit kennt; — ſie erſcheinen vielmehr in Form eines feinen Pulvers, das im Lungengewebe ſelbſt ſich anhäuft, und oft daſſelbe ſo erfüllt und in ſo hohem Grade unwegſam macht, daß es Aerzte giebt, welche den Tod der Alten zum großen Theile dieſer Anhäufung von Kohlenſtoff in den Lungen zuſchreiben. Sieht es nicht aus, als wenn hier der Kohlenſtoff, der bei der langſamen und unvollſtändigen Reſpiration in den Lungen nicht verbrennen konnte, in ſeiner urſprünglichen Form in dem Gewebe abgelagert würde?

Eine unzweifelhafte Quelle der Wärmeentwicklung im menſchlichen und thieriſchen Körper iſt noch außerdem in der Bewegung zu finden; allein leider erſcheint auch hier die genaue Beſtimmung dieſes Faktors eben ſo ſchwierig und in ungemein weiten Grenzen

ſchwankend, als die Anerkennung der Thatſache an ſich allgemein iſt. Wir wiſſen jetzt, daß Wärme und Bewegung ſich in einander verwandeln, daß ein beſtimmtes Maß von Bewegung oder mechaniſcher Arbeit einem beſtimmten Maß von Wärme entſpricht, daß alſo jeder Wärmeeinheit eine beſtimmte Arbeitsgröße entſpricht und umgekehrt. Wärme iſt Bewegung und Bewegung Wärme — Bewegung muß alſo an und für ſich Wärme entwickeln. Angeſtrengtes Umherlaufen und Bewegung der Füße wärmt dieſe mehr und nachhaltiger, als Annäherung an das Kamin, und bei Arbeiten im Freien während des Winters befinden wir uns wohl in Kleidern, die in der Ruhe uns kaum vor dem Erfrieren ſchützen würden. Der Einfluß der Bewegung iſt alſo ſicher ſchon ein durchaus unmittelbarer; der Armmuskel eines Mannes, welcher Holz ſägt, erwärmt ſich durch die anhaltenden Zuſammenziehungen, die er macht, um mehr als einen Grad über ſeine gewöhnliche Temperatur, es kann ſomit nicht in Zweifel geſtellt werden, daß die Muskularbewegung an ſich ſchon Wärme erzeugen müſſe. In der That hat man durch genauere Verſuche an abgeſchnittenen Froſchſchenkeln, in welchen kein Blut mehr cirkulirte, und die man durch Reizung der Nerven zu wiederholten Zuckungen veranlaßte, gezeigt, daß durch dieſe Zuſammenziehungen eine, wenn auch ſehr kleine, meßbare Quantität von Wärme erzeugt werde.

Nicht nur durch unmittelbare Erzeugung von Wärme aber wirkt die Bewegung, ſondern auch mittelbar durch Anfeuerung aller Funktionen des Körpers. Lebhaftes Springen, Laufen, jede Anſtrengung der Muskelkraft überhaupt beſchleunigt die Athmung, wirkt dadurch belebend auf die Thätigkeit des Herzens ein, und fördert ſomit durch Anregung des Kreislaufes den Blutumlauf und den Stoffwechſel. Das Blut kreiſt ſchneller durch die Organe, die Metamorphoſe wird lebhafter, eben weil in ſchnellem Umſchwunge das Blut der in der Ernährung gebildeten Auswurfsſtoffe ſich mit größerer Raſchheit entledigen kann. Das Capillargefäßſyſtem der Organe iſt aber, wie wir ſchon früher ausgeführt haben, der Sitz der chemiſchen Prozeſſe; in dem Gewebe der

Organe ſelbſt, das von den vielfachen feinen Röhren der Haargefäße durchzogen iſt, geht jener Stoffwechſel vor ſich, den wir als Ernährung bezeichnen und deſſen Hauptaufgabe Bildung neuer organiſcher Formelemente und Zurücknahme aller verbrauchter Stoffe iſt. Da, wo der Sitz der chemiſchen Prozeſſe des Körpers iſt, muß aber auch der Heerd ſeiner Wärme ſein; denn die chemiſchen Verbindungen ſind es hauptſächlich, welche Wärme entwickeln. Sonach dürfen wir denn auch dreiſt behaupten, daß der Ernährungsprozeß der Organe es ſei, welcher die Quelle der thieriſchen Wärme liefert, und es liegen Thatſachen in hinreichender Zahl vor, welche beweiſen, daß man ſich die Wärme des menſchlichen Körpers nicht ſo vorſtellen muß, wie von einem einzelnen Punkte ausgehend, ſondern daß vielmehr ſeine Temperatur das Reſultat aller jener kleinen Wärmemengen iſt, welche in jedem Momente des Körpers an allen Punkten ſeiner Theile erzeugt werden. Man kann mit dem Thermometer in der Hand nachweiſen, daß entzündete Theile eine höhere Temperatur beſitzen, daß mithin die Empfindung von Hitze, welche bei jeder nur irgend wahren Entzündung ſich einſtellt, nicht nur auf einem ſubjektiven Gefühle der Nerven beruht, ſondern in der That einen objektiven Grund beſitzt. In entzündeten Theilen aber iſt der Stoffwechſel in hohem Grade bethätigt, das Blut kreiſt vielleicht nur ganz im Anfange, ſobald die Entzündung noch auf dem bloßen Stadium der Congeſtion ſtehen bleibt, ſchneller als im normalen Zuſtande. Später ſtockt das Blut völlig in den gelähmten Capillargefäßen, ſein Plasma tritt aus in die umgebenden Theile, und bald entſtehen nun Neubildungen verſchiedener Art, je nachdem der Prozeß der Entzündung mehr zu dieſem oder jenem Ausgange neigt. Während der ganzen Zeit, wo dieſer Prozeß dauert, iſt auch die Temperatur des Theiles bedeutend erhöht, und ſomit eine ſelbſtſtändige Produktion von Wärme einzig durch die im Inneren des entzündeten Theiles vorgehenden chemiſchen Metamorphoſen durchaus außer Zweifel geſtellt.

Man darf indeß dieſe erhöhte Wärme, welche ſich nicht nur dem Gefühle des Kranken, ſondern auch dem Thermometer kund

giebt, nicht allzu hoch anſchlagen, wenn ſie gleich für den Kranken oft ungemein quälend iſt. Die Empfindung von Wärme oder Kälte, welche ein Individuum hat, hängt weit mehr von dem Zuſtande ſeines Nervenſyſtemes, als von dem wirklichen Temperaturunterſchiede ab. Wir werden in einem ſpäteren Briefe ſehen, daß die Hautnerven lediglich mit der Vermittelung des Wärmegefühls betraut ſind, und daß in Folge krankhafter Zuſtände in dieſer Beziehung große ſubjektive Irrthümer ſtattfinden können, lehrt die ärztliche Erfahrung. Bei dem Wechſelfieber wechſeln bekanntlich drei ſcharf abgeſchnittene Stadien regelmäßig mit einander ab. Der Kranke bekömmt einen Froſtanfall, gegen den Decken und warme Krüge nicht ſchützen; dann folgt trockene Hitze, und endlich bricht reichlicher Schweiß aus, der den Anfall endet. Schiebt man ein Thermometer in die Achſelhöhle (der geeignetſte Ort, um an Erwachſenen Unterſuchungen dieſer Art anzuſtellen), ſo ſieht man, den Empfindungen der Kranken gerade entgegengeſetzt, das Queckſilber noch vor dem Beginne des Froſtanfalles ſteigen und dies Steigen während des Froſtes fortdauern. Gegen das Ende des Schüttelfroſtes, wo der Kranke vor Kälte am ganzen Leibe zittert und mit den Zähnen klappert, erreicht das Thermometer ſeine größte Höhe und zeigt ſomit ſtatt einer Verminderung eine Vermehrung der inneren Wärme im Froſtſtadium an; im Hitzeſtadium iſt es von dieſer Höhe ſchon wieder herabgeſunken, und dieſes Sinken dauert während des Schweißes fort, bis an dem Ende des Anfalles das Thermometer ſeine normale Höhe wieder erlangt hat. Man ſieht alſo, daß man wohl unterſcheiden muß zwiſchen dem ſubjektiven Wärmegefühl, welches beim Individuum auch unabhängig von äußeren Einflüſſen in verſchiedener Weiſe entwickelt werden kann, und dem objektiven Wärmegrade, den unſere Inſtrumente anzeigen. Ein ähnlicher Unterſchied iſt auch zu machen in den Empfindungen, welche die berührende Hand uns ſelber mittheilt. Die Aerzte unterſcheiden mit vollem Rechte verſchiedene Arten von Hitze, die oft auf verſchiedene Krankheitsprozeſſe deuten. Bei manchen Kranken empfindet die aufgelegte Hand eine unangenehme ſtechende Hitze, bei anderen eine

Vermehrung der Temperatur, die aber kein unangenehmes Gefühl erregt, bei noch anderen endlich ſcheint die Temperatur kaum verändert. Es iſt möglich, daß das Thermometer bei den drei ſo verſchiedenen Kranken durchaus denſelben Grad der Temperatur angiebt. Die Haut in ihren verſchiedenen Zuſtänden der Spannung und Erſchlaffung, der Blutleere und der Blutfülle hat offenbar eine verſchiedene Leitungsfähigkeit für die Wärme, und hiernach, nicht nach dem wirklichen Wärmegrade, urtheilt unſere fühlende Hand. Man lege ein Stück Eiſen und ein Stück Holz neben einander auf einen geheizten Ofen, bis beide deſſen Temperatur angenommen haben. Man wird das Holz mit der bloßen Hand anfaſſen und bei Seite legen können, während man ſich an dem Eiſen verbrennt, und dennoch wird das Thermometer genau denſelben Wärmegrad für beide anzeigen. Wir fühlen mit unſerer Hand nicht nur den Unterſchied der Temperatur, wir ſind auch empfindlich für die abſolute Menge von Wärme, welche in einer gegebenen Zeit von einem Körper auf uns überſtrömt. Das Eiſen aber, ein guter Leiter, giebt unmittelbar bei der Berührung eine große Wärmemenge ab, die aus dem Holze erſt nach längerer Zeit überſtrömt. Die verſchiedene Wärmeempfindung, welche wir bei der Berührung von Kranken haben, die dem Thermometer noch dieſelbe Wärme anzeigen, beruht ſicherlich auf demſelben Grunde.

Sollen wir nun unſere Unterſuchungen über die Erzeugung der Wärme im thieriſchen Körper zuſammenfaſſen, ſo ſehen wir, daß in dieſer Erzeugung ſelbſt gewiſſermaßen das Reſultat aller verſchiedenen Lebensprozeſſe gegeben iſt, und daß die Wärme eine höchſt veränderliche Größe iſt, zuſammengeſetzt aus einer Menge veränderlicher Faktoren, deren Einzelſummen oft der unmittelbaren Beobachtung ſich entziehen. Nicht nur der Stoffwechſel allein findet ſeinen Ausdruck in dieſer Wärmeerzeugung; auch alle übrigen dem Nervenleben angehörigen Prozeſſe üben mittelbar durch Niederhaltung oder Anfeuerung des Stoffwechſels ihren Einfluß in dieſer Beziehung aus. Es iſt keine leere Phraſe, wenn man ſagt, daß man ſich von begeiſternder Rede erwärmt, von langweiligem Geſchwätze erkältet fühle. Die Anregung erhöhter Thätigkeit des

Gehirnes bedingt ſchnelleren Stoffwechſel in dieſem Organe ſelbſt, ſchnelleren Blutlauf, erhöhte Thätigkeit in allen Organen des Körpers und damit auch erhöhte Wärme. Die Erregung oder Erſchlaffung der Gefäßnerven bewirkt geringeren oder größeren Blutzudrang zu den einzelnen Organen, verringert oder erhöht alſo deren Wärme.

Zum Beſchluſſe dieſes Briefes muß ich nun einer Hypotheſe erwähnen, die noch jetzt in vielen Köpfen ſpukt und deren leicht vorauszuſehender Tod erſt dann erfolgen wird, wenn die hier entwickelten Anſichten durch genaue experimentelle Thatſachen ihre Beſtätigung gefunden haben werden. Dieſe Hypotheſe beſteht einfach darin, daß man den Nerven oder dem unbekannten Räthſel der Lebenskraft die Erzeugung der thieriſchen Wärme zuſchreibt. Wie man den gewöhnlichen Bewegungs- oder Gefühlsnerven, die von den Gefäßnerven durchaus verſchieden ſind, noch eine ſolche Funktion ertheilen könne, iſt mir unbegreiflich. Ein Glied, an welchem man die Nerven durchſchnitten hat, behält darum nichts deſto weniger ſo lange ſeine normale Temperatur bei, als die Ernährung nicht unter der Lähmung leidet. Den Effekt des Sinkens der Temperatur in dieſem Falle aber den Nerven zuſchreiben zu wollen, iſt durchaus unthunlich. Es iſt bekannt, daß Glieder, deren Bewegung aus einem oder dem anderen Grunde lange Zeit nicht geübt wurde, in ihrer Ernährung abnehmen und magerer werden; bei Beinbrüchen kann man alltäglich die Erfahrung machen, daß auch das geſunde Bein während des langen Liegens im Bett bedeutend abgemagert iſt. Bei Klumpfüßen, wo durch die Difformität des Fußes die Wadenmuskeln ganz außer Thätigkeit kommen, ſchrumpfen dieſe ein, ohne daß nur die Nerven im mindeſten krankhaft affizirt wären, und die Ernährung nimmt ſo ab, daß die Kranken beſtändig Kälte an dem unförmigen Fuße empfinden. Der gleiche Fall tritt bei Lähmungen und Durchſchneidungen der Nerven ein, das geringe Sinken in der Temperatur des betreffenden Theiles, das meiſt erſt nach Monate langer Aufhebung des Nerveneinfluſſes eintritt, kann nur dem Leiden der Ernährung im Ganzen zugeſchrieben werden. Um ſich

davon zu überzeugen, braucht man nur vergleichende Verſuche an Thieren anzuſtellen, indem man bei dem einen die Blutgefäße der Extremitäten unterbindet, bei dem andern die Nerven durchſchneidet. In dem Fuße, wo man die Circulation des Blutes unmöglich gemacht hat, kann man die Abnahme der Temperatur von Stunde zu Stunde mit dem Thermometer in der Hand conſtatiren; da wo der Nerveneinfluß aufgehoben wurde, iſt keine ſolche Abnahme bemerklich.

Die Lebenskraft endlich gehört zu der Zahl jener Hinterthüren, deren man ſo manche in der Wiſſenſchaft beſitzt und die ſtets der Zufluchtsort müſſiger Geiſter ſein werden, welche ſich die Mühe nicht nehmen mögen, etwas ihnen Unbegreifliches zu erforſchen, ſondern ſich begnügen, das ſcheinbare Wunder anzuſtaunen. — Die Medizin iſt beſonders erfinderiſch in dieſer Beziehung. Guter Gott! was ſollte aus der Praxis werden, wenn wir nicht den Rheumatismus, die Hypochondrie und Hyſterie hätten; drei jener Rumpelkammern, in welche wir alles werfen, von dem wir nichts Genaueres wiſſen. Als man die Elektricität noch nicht kannte, hielt man den Donner für eine übernatürliche Erſcheinung, je weiter man aber in der Kenntniß der Natur fortſchritt, deſto mehr ſchwand das Geheimnißvolle. Ein gleiches Verhältniß haben wir in der Phyſiologie; die Lebenskraft iſt jenes unbekannte X, das überall im Hintergrunde ſteht, das ſtets ausweicht, wo man es faſſen will, und deſſen Reich um ſo weiter zurückgedrängt wird, je weiter voran die Wiſſenſchaft ihre Fackel trägt. Noch zu Anfange unſeres Jahrhunderts gab es keine Funktion des Körpers, worin nicht dies unbekannte Element der Lebenskraft eine bedeutende Rolle geſpielt hätte; — die Berufung auf ſie zur Erklärung einer vorliegenden Thatſache hat jetzt ſchon keinen wiſſenſchaftlichen Werth mehr, ſie iſt nur eine Umſchreibung der Unwiſſenheit.

Zweite Abtheilung.

Das animaliſche Leben.

Zehnter Brief.

Das Nervenſyſtem.

Der Schädel des Menſchen und der höheren Wirbelthiere bildet eine hohle Kapſel, aus einzelnen Knochenſtücken in der Weiſe zuſammengefügt, daß nur hie und da kleine Löcher für Nerven und Blutgefäße übrig bleiben, ſonſt aber ein vollkommen hermetiſcher Gewölbeſchluß erzielt wird. Dieſe Kapſel wird bei dem Menſchen aufrecht auf der Wirbelſäule getragen, welche einen Hohlcylinder darſtellt, der aus einzelnen, auf einander geſchichteten Ringen, den Wirbeln, zuſammengeſetzt iſt. Die einzelnen Wirbel ſind durch Gelenke und elaſtiſche Zwiſchenplatten ſowohl unter ſich als mit dem Schädel verbunden, und ihr vorderer, der Bauchfläche zugekehrter Theil iſt ſtärker angeſchwollen, ſo daß man an jedem Ringe den einer dicken rundlichen Scheibe gleichenden Körper des Wirbels von dem Bogentheil, welcher den inneren Kanal nach hinten zu umſchließt, unterſcheiden kann. In der von Schädel und Wirbelſäule auf dieſe Weiſe gebildeten Höhle iſt nun das Centralnervenſyſtem, das Gehirn und Rückenmark, eingeſchloſſen, und zwar in der Weiſe, daß bei aufrechter Stellung das Hirn auf der Schädelbaſis aufruht, die in ihrem vorderen Theile etwa der Decke der Augenhöhle entſpricht, während das Rückenmark frei in dem Rückenkanale aufgehängt und nur durch ſeine häutigen Umhüllungen, ſowie durch die Blutgefäße und die von ihm abgehenden Nerven an den Wänden befeſtigt iſt.

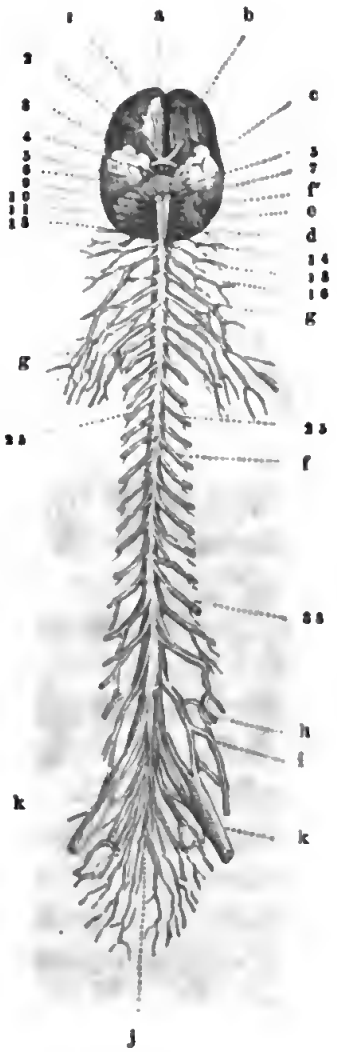


Fig. 36. Das Centralnervenſyſtem des Menſchen von der Bauchfläche aus. a. Gehirn. b. Vorderlappen des großen Gehirnes. c. Mittellappen. d. Hinterlappen, vom kleinen Gehirne faſt verdeckt. e. Kleines Gehirn. f. Verlängertes Mark. f. Rückenmark. 1. Geruchsnerv. 2. Sehnerv. 3. Augenmuskelnerv. 4. Pathetiſcher Nerv. 5. Dreigetheilter Nerv. 6. Abziehnerv des Auges, über die Varols-Brücke herüber laufend. 7. Antlitz- und Hörnerve. 9. Geſchmacksnerve. 10. Herumſchweifender Nerve. 11. Beinerve und Zungenmuskelnerve. 13—16. Die vier erſten Halsnerven. g. Halsnerven, die das Armgeflecht bilden. 25. Rückennerven. 33. Lendennerven. h. Lenden- und Kreuzbeinnerven zum Hüftgeflecht zuſammentretend. i. Die letzten Nerven, die noch eine Strecke im Rückenmarkskanal fortlaufen und den ſogenannten Pferdeſchweif (cauda equina) bilden. i. Der unpaare Endigungsnerve des Rückenmarkes. k. Der Hüftnerv (Nervus ischiadicus).

Jedermann kennt das eigenthümliche Ausſehen der weichen, faſt breiartigen Subſtanz, aus welcher Hirn und Rückenmark zuſammengeſetzt ſind. Man weiß, daß dieſe Subſtanz eine theils hellweiße, theils graue oder grauröthliche Farbe hat, und daß an dem friſchen Gehirne ein großer Reichthum von Blutgefäßen und auf dem Durchſchnitte überall feine Blutpünktchen ſich zeigen. Ebenſo weiß Jeder, daß das Rückenmark die ſehr einfache Form eines langen, nach unten zugeſpitzten rundlichen Stranges zeigt, der bei dem Menſchen etwa bis in die

Gegend des zweiten Lendenwirbels reicht und nur je in der Hals- und Lendengegend an dem Abgangspunkte der die Arm- und Hüftgeflechte bildenden großen Nerven eine geringe Anschwellung zeigt, sonst aber in seiner ganzen Länge stets dasselbe Aussehen besitzt. Die Bauch- und Rückenfläche des Rückenmarkes, die man auch, der menschlichen Stellung zufolge, die vordere und hintere Fläche nennt, sind etwas abgeplattet und zeigen in der Mittellinie eine feine Furche oder Spalte, wodurch das Rückenmark in zwei symmetrische Seitenhälften geschieden wird, die nur in der Mitte durch einen schmalen Verbindungstheil zusammenhängen. Im Centrum des Rückenmarkes findet sich ein feiner Längskanal, der um so weiter ist, je jünger das Individuum, und den man den Centralkanal nennt. Auch zwei flache seitliche Furchen lassen sich, wenn auch mit größerer Unbestimmtheit, unterscheiden. Das Rückenmark erscheint von außen vollkommen weiß; schneidet man es aber durch, so sieht man, daß die weiße Masse nur außen umher sich findet, dagegen im Inneren um den Kanal herum graue Substanz, deren Anordnung etwa der Form eines X gleicht. Stellt man sich also den Durchschnitt im Cylinder verlängert vor, so bildet die graue Substanz einen Strang mit vier Hohlkehlen, die durch weiße Substanz ausgefüllt sind und deren vorragende Leisten, die man die Hörner genannt hat, die weiße Substanz in mehrere Stränge theilen. In der That hat man in Folge dieser Anordnung die hinteren weißen Stränge, im Umkreise der hinteren Hörner gelegen, die zwischen den Hörnern gelegenen Seitenstränge und die Vorderstränge auf der den Hintersträngen entgegengesetzten Fläche unterschieden; — eine Unterscheidung, die deshalb eine große Bedeutung gewinnt, weil, wie wir sehen werden, die physiologischen Functionen der Vorder- und Hinterstränge durchaus verschieden sind. In regelmäßigen Absätzen, den Wirbeln entsprechend, entspringen von dem Rückenmarke zu beiden Seiten die Nerven, deren es 31 Paare giebt, die zwischen je zwei Wirbeln durch ein besonderes Loch nach außen dringen und sich in dem Körper verbreiten.

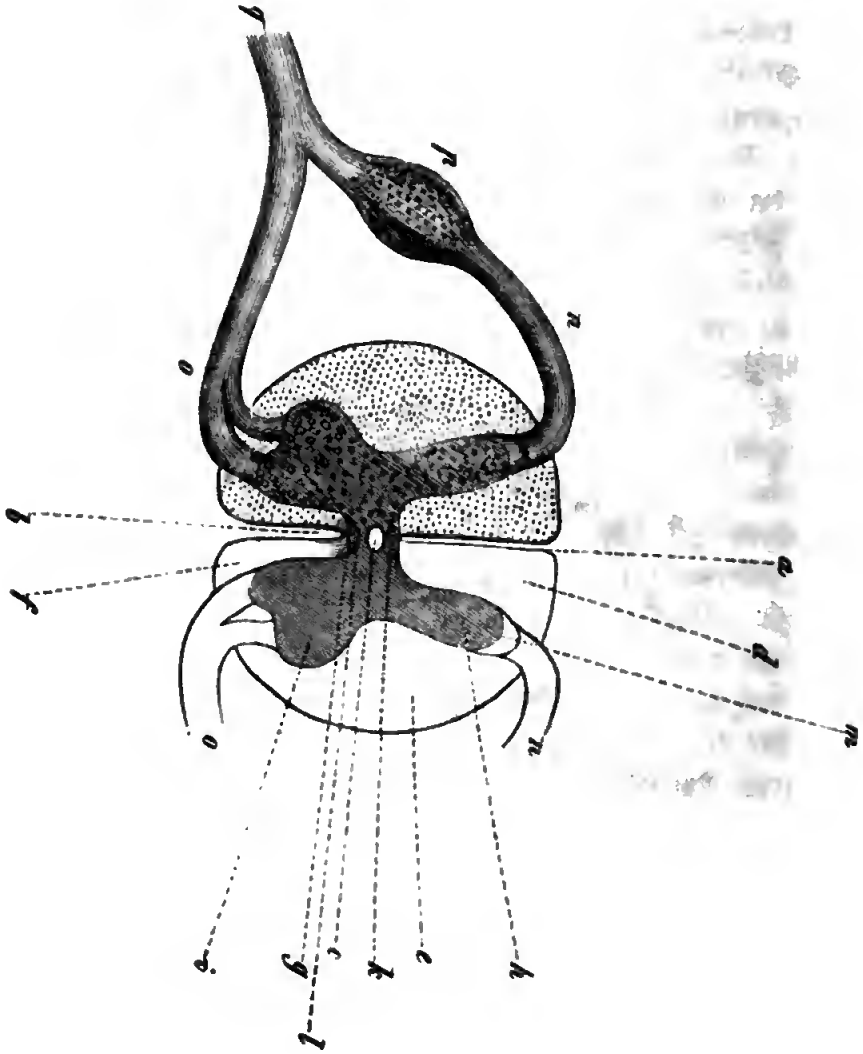


Fig. 37.

Vergrößerter und ſchematiſch gehaltener Durchſchnitt des menſchlichen Rückenmarkes am Anfange der Lendengegend. a. Hintere, b. vordere Spalte; — c. Centralkanal; — d. Hinterſtränge, e. Seitenſtränge, f. Vorderſtränge, g. Vorderbrücke (Vordere Commiſſur) der weißen Subſtanz; — h. hintere Hörner, i. vordere Hörner, k. Hinterbrücke, l. Vorderbrücke der grauen Subſtanz; — m. Gelatinöſe Subſtanz; — n. hintere, o. vordere Wurzeln der Nerven; — p. Ganglion der hinteren Wurzel; — q. der aus der Vereinigung beider Wurzeln entſtehende gemiſchte Körpernerve.

Jeder dieſer Nerven entſpringt mit zwei Wurzeln, einer vorderen, welche von den Vorderſträngen, einer hinteren, welche von den hinteren Strängen und Hörnern abgeht und vor ihrer Vereinigung mit der vorderen Wurzel eine Anſchwellung, ein ſogenanntes Ganglion, bildet.

Bei weitem nicht ſo einfach wie derjenige des Rückenmarkes iſt der anatomiſche Bau des Gehirnes. Hier treten uns ſowohl im Aeußeren als auch im Inneren eine Menge von Formgeſtaltungen entgegen, auf die wenigſtens einigermaßen näher einzutreten wir uns nicht verſagen dürfen, da mit der Bedeutung einzelner dieſer Theile und ihrer Beziehung ſowohl zur Empfindung, als Bewegung, wie auch zu den höheren Verrichtungen des Gehirnes, ein oft gewagtes Spiel getrieben worden iſt. In die Einzelheiten einzugehen dürfte indeß für unſeren Zweck um ſo weniger geeignet erſcheinen, als gerade bei dem Gehirne die Kenntniß der gröberen anatomiſchen Structur oft in gar keinem Zuſammenhange mit der Analyſe der Funktionen ſelbſt und den darüber bekannten Thatſachen ſteht.

Aus der Entwickelung des Gehirnes und Rückenmarkes ſowohl, wie aus der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere läßt ſich darthun, daß das Centralnervenſyſtem anfänglich aus einer zuſammenhängenden Reihe mehr oder minder geſchloſſener Räume gebildet iſt. Längs der Wirbelſäule des Embryo findet ſich als erſte Anlage des Rückenmarkes ein cylindriſches Rohr, an deſſen vorderem Ende drei Blaſen aufſitzen, welche hinter einander gelegen, die verſchiedenen Theile des Gehirnes andeuten und die man füglich von vorne nach hinten mit dem Namen Vorderhirn, Mittelhirn und Hinterhirn belegen kann. Direkte Fortſetzung des letzteren iſt das Rückenmarksrohr. Die genannten Räume ſind mit mehr oder minder gallertartiger Flüſſigkeit erfüllt und auf ihrem Boden bilden ſich Anſammlungen feſterer Subſtanz, die allmählich längs der Wände der Gehirnblaſen in die Höhe ſteigen und gewölbartig nach oben fortſchreiten, bis ſie ſich in der oberen Mittellinie begegnen. Erſt wenn dieſe Begegnung an gewiſſen Stellen vollendet iſt (an anderen erfüllt ſie

ſich gar nicht), erſt dann erfolgt auch Anhäufung von feſterer Maſſe nach innen gegen den Kanal ſelbſt hin; — der von Flüſſigkeit erfüllte Raum nimmt mehr und mehr ab und bei dem erwachſenen Menſchen endlich bleiben nur einzelne unbedeutende Höhlenräume zwiſchen den verſchiedenen Gehirntheilen übrig, während der übrige Schädelraum und Rückenmarkskanal von feſterer Subſtanz erfüllt iſt.

Es geht ſchon aus dieſer kurzen Skizze der Entwickelungsgeſchichte des Centralnervenſyſtemes hervor, daß man zweierlei Gebilde daran unterſcheiden kann, deren Geſchichte weſentlich von einander verſchieden iſt, nämlich einerſeits den Hirnſtamm oder die urſprünglichen Theile, welche ſich auf dem Boden der Gehirnblaſen und des Rückenrohres abſetzten, und andererſeits die Gewölbtheile, welche, auf dem Hirnſtamm aufſitzend, den Schluß der feſten Theile nach oben und die Ausfüllung der Höhlenräume von oben und den Seiten her bedingten. Jede der drei urſprünglichen Hirnmaſſen hat ſo den auf dem Grunde ſich durchziehenden Hirnſtamm und einen darüber aufgeſetzten Gewölbtheil, deſſen Entwickelung bei den verſchiedenen Klaſſen und Arten von Thieren ſehr verſchieden iſt. Die weſentlichen Unterſchiede, welche man in der Bildung des Gehirnes der Wirbelthiere ſieht, hängen meiſt von dem Umſtande ab, daß die Gewölbtheile der verſchiedenen Hirnmaſſen ſich ungleichmäßig entwickeln, daß bei der einen Art das Vorderhirn, bei einer andern das Mittel- oder Hinterhirn übermäßig ſich ausbildet, und die anderen Theile dadurch in ihrer Entwicklung gehemmt, überbaut und zurückgedrängt werden, ſo daß ſie nur noch in rudimentären Verhältniſſen ſich finden. So ſtehen bei dem Menſchen namentlich die Theile des Mittelhirns durchaus in keinem Verhältniſſe zu dem Vorderhirn, deſſen Gewölbtheil unverhältnißmäßig ſich vergrößert und ſo nach hinten über das Mittelhirn und das Hinterhirn hinüberſchlägt, daß dieſelben dem Blicke von allen Seiten entzogen ſind und erſt nach Abtragung oder Zurückſchlagung des Vorderhirnes geſehen werden können.

Die Gewölbebildung iſt an dem menſchlichen Gehirne bei

dem Vorderhirne am Deutlichſten wahrnehmbar. Deckt man den Schädel eines Menſchen ab, ſo ſieht man zwei große, in der Mitte getrennte ovale Maſſen, deren Oberfläche zahlreiche, in einander gefaltete Windungen zeigt und die den ganzen oberen Schädelraum erfüllen. Vorne ruhen dieſe Maſſen auf dem knöchernen Dache der Augenhöhlen, hinten werden ſie von einem eigenen häutigen Vorſprunge getragen, der ſo an der inneren Fläche des Hinterhauptes angebracht iſt, daß er faſt in derſelben Horizontalebene liegt, wie das Dach der Augenhöhlen. Dieſe gewundenen Maſſen ſind die Gewölbtheile des Vorderhirns, oder in der anatomiſchen Kunſtſprache die Hirnlappen oder Hemiſphären des großen Gehirnes.

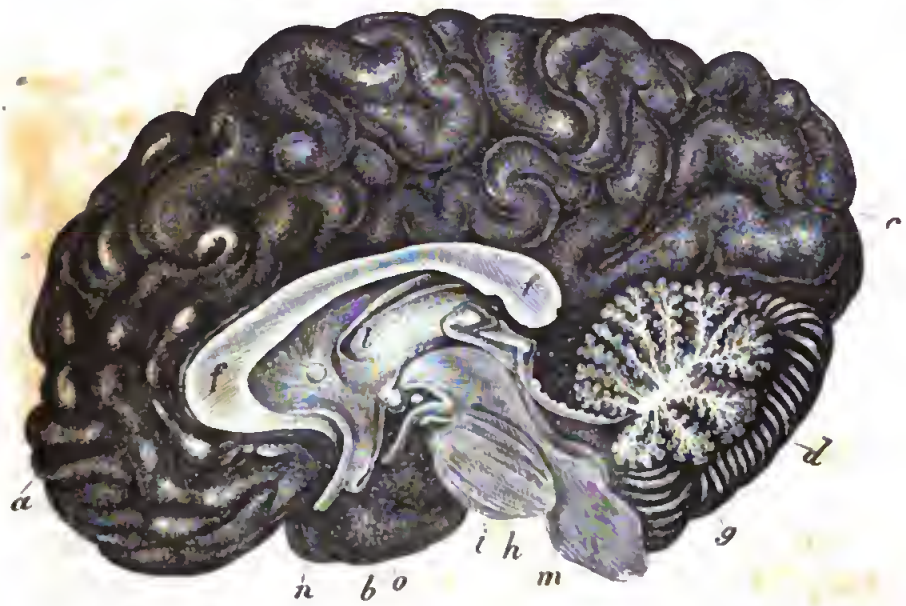


Fig. 38. Senkrechter Durchſchnitt in der Richtung der Hirnſichel nach unten geführt, ſo daß nur die Verbindungstheile der beiden Hemiſphären durchſchnitten ſind. a. Vorderlappen; b. Mittellappen; c. Hinterlappen der Großhirnhemiſphäre. d. Kleines Gehirn. Sein Mitteltheil, der ſogen. Wurm, zeigt auf dem Durchſchnitte den ſogen. Lebensbaum, die weiße Markſubſtanz, die überall von grauer Subſtanz eingefaßt iſt. f. Der Balken. g. Seitentheil des kleinen Gehirnes. h, i. Die Varolsbrücke, durchſchnitten. l. Die durchſichtige Scheidewand (Septum pellucidum). m. Das verlängerte Mark. n. Sehnerv. o. Zugang zum Hirntrichter.

Der Spalt, welcher beide Hemiſphären in der Mittellinie trennt, geht vorn bis auf das knöcherne Dach der Augenhöhle, hinten bis auf das häutige Zelt am Hinterhaupte durch, und in ihn ſenkt ſich eine ſenkrechte Falte der ſehnigen harten Hirnhaut (dura mater), welche die große Hirnſichel genannt wird (ſ. Fig. 48 auf S. 246, wo die Hirnſichel erhalten iſt). Das häutige Zelt des Hinterhauptes, auf welchem der hintere Theil der Hemiſphären ruht, iſt eine eben ſolche, nur horizontal geſtellte Falte der harten Hirnhaut, die zur Trennung von dem kleinen Gehirne dient. In dem Raume, welchen die Hirnſichel frei läßt, wird der Zuſammenhang der beiden Hemiſphären durch eine breite Maſſe vermittelt, deren obere Fläche man leicht zur Anſchauung bekommt, wenn man die beiden Hälften des Gehirnes etwas ſeitlich aus einander drückt.

Dieſe weiße, aus queren Faſern gebildete Maſſe heißt der Schwielenkörper oder der Balken. Schneidet man dieſen Balken etwas auf der Seite ſenkrecht durch, ſo trifft man auf eine innere Höhle, welche nach hinten zu noch von einer beſonderen Markausbreitung, dem ſogenannten Gewölbe, überdeckt und geſchloſſen iſt. Die beiden ſeitlichen Hirnhöhlen, welche in jeder Hemiſphäre ſich finden, haben eine ſehr unregelmäßige Geſtalt, und laufen in mehrere Fortſetzungen, ſogenannte Hörner aus, auf deren Form wir nicht weiter eingehen können. Die ganze Hirnmaſſe aber, welche über und neben den Hirnhöhlen angelagert iſt, und die mehr als zwei Drittel des geſammten Gehirnes ausmacht, iſt Gewölbtheil des Vorderhirnes. Nur diejenige Maſſe, welche den Boden dieſer Hirnhöhlen bildet, gehört dem Stamme des Vorderhirnes an (ſ. Fig. 39, S. 227). In dieſem Vorderhirnſtamme unterſcheidet man zwei Paare von Anſchwellungen: eine vordere, den ſogenannten Streifenhügel, welche hauptſächlich mit dem Riechnerven, eine hintere, die Sehhügel, welche mit dem Sehnerven in Beziehung zu ſtehen ſcheinen.

Tief verſteckt unter den hinteren Lappen der großen Hemiſphären findet ſich eine mittlere unpaare Erhabenheit, etwa von

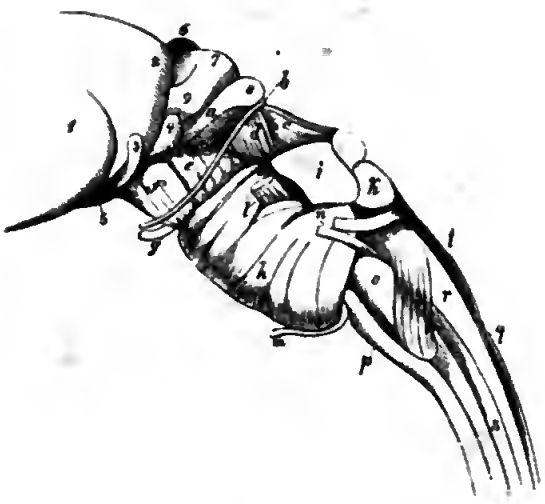


Fig. 39.

Der Hirnſtamm aus den Gewölbetheilen herausgelöſt und für ſich dargeſtellt. 1. Der Sehhügel; 2. deſſen hinterer Theil. 3, 4. Die Kniehöcker, beſondere ſchleifenartige, zum Sehhügel gehörige Theile. 5. Anfang des Sehnerven. 6 Die Zirbeldrüſe. 7, 8. Vorderer und hinterer Hügel der Vierhügel. 9. und a. Verbindungstheile derſelben zum Hirnſtamme. b. Urſprung des pathetiſchen Nerven. c. Verbindungstheil zwiſchen kleinem Gehirn und Vierhügeln (Kleinhirnſchenkel zu den Vierhügeln). d. Ein Theil deſſelben, die Schleife genannt. e, f. Großhirnſchenkel. g. Gemeinſchaftlicher Augenmuskelnerv. h. Varolsbrücke. i. Kleinhirnſchenkel zur Brücke. k. Kleinhirnſchenkel zum verlängerten Marke. l. Dreigetheilter Nerve. m. Abziehnerve des Auges. n. Antlitz- und Hörnerve. o. Olivenkörper. p. Pyramidenkörper. q. Rückenmarksfurche. r. Strangförmiger Körper. s. Rückenmark. t. Rautengrube.

Haſelnußgröße, die durch zwei ſich kreuzende Furchen in zwei ungleiche Hügelpaare getheilt iſt. Man nennt dieſe Erhabenheit die Vierhügel. Sie wird in ihrem Inneren längs der Mittellinie von einem Kanale durchbohrt, der ſogenannten Sylviſchen Waſſerleitung, welcher mit den übrigen Hirnhöhlen in directem Zuſammenhange ſteht. Auf dieſe Weiſe werden die Vierhügel, dieſer ſchwache Reſt des Mittelhirnes, ebenfalls in einen oberen Gewölbtheil und einen unteren Stammtheil getrennt.

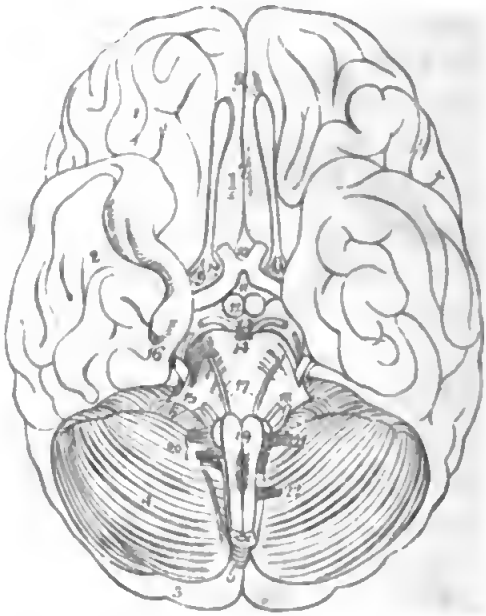


Fig. 40.

Anſicht des menſchlichen Gehirnes von unten (Hirnbaſis). 1. Vorderlappen; 2. Mittellappen; 3. Hinterlappen der Großhirnhemiſphäre. 4. Hemiſphären des kleinen Gehirnes. 5. Mitteltheil (Wurm) des kleinen Gehirnes. 6. Vorderes getrenntes Läppchen (Flocke) der Kleinhirnhemiſphäre. 7. Untere Längsſpalte des großen Gehirnes. 8. Riechnerven. (Erſtes Paar). 9. Austritt der Riechnerven aus dem Hirnſtamme. 10. Kreuzung der Sehnerven. Chiasma nervorum opticorum. (Zweites Paar.) 11. Grauer Hügel; 12. Zitzenkörper, beides Anſchwellungen auf der unteren Fläche des Hirnſtammes hinter der Sehnervenkreuzung. 13. Augenmuskelnerv. Oculomotorius. (Drittes Paar.) 14. Varolsbrücke. 15. Kleinhirnſchenkel zur Brücke. 16. Dreigetheilter Nerv. Nervus trigeminus. (Fünftes Paar.) Unmittelbar davor das weit dünnere, vierte Paar, N. patheticus oder trochlearis. 17. Abziehnerve des Auges. N. abducens. (Sechſtes Paar.) 18. Antlitznerve und Hörnerve. N. facialis und N. acusticus. (Siebentes und achtes Paar.) 19. Pyramidenkörper des verlängerten Markes. Zu ihrer Seite nach Außen die Olivenkörper. 20. Zungenſchlundkopfnerve, herumſchweifender Nerve und Beinerve. N. glossopharyngeus, vagus und accessorius Willisii. (Neuntes, zehntes und elftes Paar.) 21. Muskelnerve der Zunge. N. hypoglossus. (Zwölftes Paar.) 22. Erſter Halsnerve.

Im Hinterhirne endlich ſind Stamm und Gewölbe auf auffallendſte Weiſe getrennt. Der Stammtheil wird von dem verlängerten Marke gebildet, das aus mehreren geſonderten

Strängen, den Oliven, Pyramiden und ſtrangförmigen Körpern (ſ. Fig. 39, S. 227) zuſammengeſetzt iſt und nach vorn zu einem bedeutenderen Knoten anſchwillt, in welchem man quere Faſern unterſcheidet, und der die Brücke (pons Varoli) heißt. Von dem verlängerten Marke und der Umgegend der Brücke entſpringen die meiſten Hirnnerven und ebenſo gehen von hier aus Ausſtrahlungen weißer Markſubſtanz, welche die Grundlagen der Gewölbtheile bilden und die man die Hirnſchenkel nennt. Man unterſcheidet hauptſächlich die Großhirnſchenkel und die Schenkel des kleinen Gehirnes, welches über dem verlängerten Marke aufliegt und durch das quere Hirnzelt von den Hemiſphären des großen Gehirnes getrennt iſt. Durch tief einſchneidende Furchen, die eine quere Bogenrichtung haben, iſt das kleine Gehirn in eine Menge einzelner Blätter getheilt und zeigt auf dem Durchſchnitte eine baumartige Vertheilung der inneren weißen Maſſe, welche die alten Anatomen mit dem Namen des Lebensbaumes bezeichneten. Auf der oberen Fläche des verlängerten Markes öffnet ſich da, wo das kleine Gehirn aufliegt, der Rückenmarkskanal mit einer länglichen Vertiefung, welche die Rautengrube genannt wird, und ſetzt ſich dann unter dem kleinen Gehirne, den Großhirnſchenkeln bis zwiſchen die Sehhügel fort, wo er einerſeits mit den großen Hirnhöhlen, andererſeits mit einem trichterförmigen Anhange nach unten, den man den Hirntrichter genannt hat, ſich vereinigt. Dieſe ſämmtlichen mit einander in Verbindung ſtehenden Höhlen, die nur der Reſt des bei dem Embryo beſtehenden Raumes ſind, der allmählich durch die Wucherung der Nervenſubſtanz ausgefüllt wurde, ſind mit einem eiweißhaltigen Waſſer erfüllt, welches auch das Nervenſyſtem von außen umſpült und das Hirnwaſſer genannt wird. Bei dem angeborenen Waſſerkopfe der Kinder iſt dieſes Hirnwaſſer außerordentlich vermehrt, ſo daß die Hirnſubſtanz ſelbſt und namentlich die Gewölbtheile derſelben oft auf eine unbedeutende Schicht reducirt ſind.

Die weiche, faſt breiartige Subſtanz des Gehirnes und die außerordentliche Veränderlichkeit ſeiner Elementartheile, die ſchon unmittelbar nach dem Tode beginnt, hat lange der Erkenntniß

ſeiner Structur bedeutende Hinderniſſe in den Weg gelegt. Man wußte ſchon aus dem äußeren Anblicke, daß man eine weiße Maſſe unterſcheiden konnte, welche deutlich gefaſerten Bau beſaß, und eine mehr oder minder grauröthlich gefärbte Subſtanz, die, in geringerer Menge vertheilt, keine ſolche gefaſerte Structur zeigte, und in der man, je nach Färbung und Textur, noch verſchiedene geringere Modificationen unter dem Namen der gelben, roſtfarbigen oder ſchwarzen Subſtanz unterſchied. Die graue Subſtanz zeigt ſich in ſehr verſchiedenen Verhältniſſen. Im Rückenmarke liegt ſie, wie ſchon bemerkt, in der Mitte rund um den Kanal herum, rings umgeben von weißer Subſtanz, eine Art Strang bildend, der vier ausgeſchweifte Kanten hat, ſo daß ihr Durchſchnitt als ein liegendes Kreuz erſcheint; im Gehirne bildet ſie einzelne, mehr oder minder ſcharf getrennte Kerne, die oft mit weißer Subſtanz mannichfach durchflochten ſind. Außerdem iſt noch die äußerſte Oberfläche des Gehirnes von mehreren dünnen Lagen grauer Subſtanz gebildet, zwiſchen welche Blättchen weißer Subſtanz ſich einſchieben. Das wechſelſeitige Verhältniß der Elementartheile dieſer verſchiedenen Subſtanzen zu einander zu entwirren, iſt aber bis jetzt noch nicht vollſtändig gelungen, und um daſſelbe begreifen zu können, müſſen wir zuvor auf die Structur der mit dem Centralnervenſyſteme in Zuſammenhang ſtehenden und von denſelben ausſtrahlenden Nerven ſelbſt eingehen.

Während wir in dem Centralnervenſyſteme ein in ſich abgeſchloſſenes Ganzes finden, das, ringsum von knöchernen Wänden eingeſchloſſen, ſchon durch dieſe Abgeſchloſſenheit die Concentrirung ſeiner Functionen andeutet, ſehen wir im Gegentheile die peripheriſchen Nerven überallhin durch den Körper verbreitet, alle Organe umſpinnend und durchſetzend, und auf dieſe Weiſe einen directen Zuſammenhang der Körpertheile mit dem Centralnervenſyſtem herſtellend. Man begeht im gemeinen Leben noch oft den Fehler, die Nerven mit den Muskeln, beſonders aber mit den Sehnen zu verwechſeln, welche durch ihr äußeres Anſehen eine geringe Aehnlichkeit darbieten. Man hört ganz gewöhnlich von einer Wunde, welche die Sehnen oder

Flechſen eines Gliedes getroffen und dadurch eine Lähmung hervorgebracht hat, es ſeien die Nerven durchſchnitten worden; ein nerviger Arm und ähnliche Zuſtände ſind ganz und gäbe, wenn man von einem ſtark gebauten, muskulöſen Gliede ſprechen will. Die Nervenſtämme, ſelbſt die dickſten, welche wir beſitzen, ſind nicht ſo bedeutend, daß ſie unter der Haut vorträten; — es ſind dünne, weiße, glänzende Stränge, welche meiſt von dem Centralnervenſyſteme her durch alle Theile des Körpers ſich verbreiten, ſtets ſich ſchwächend, indem ſie Aeſte abgeben und endlich in ſo dünne Zweiglein ſich theilen, daß ſie ſich dem Auge entziehen.

Dem äußeren Anſehen nach kann man ſchon zweierlei Arten von Nerven im menſchlichen Körper unterſcheiden. Die einen haben die beſchriebene atlasglänzende Weiße, eine gewiſſe Feſtigkeit und einen mehr gradlinigen Verlauf; — man kann ſie von einem Theile ihres Stammes aus einerſeits bis zu dem Centralnervenſyſteme verfolgen, aus welchem ſie mit geſonderten Wurzeln entſpringen, während ſie anderſeits in dem Körper ſich an die einzelnen Sinnesorgane, an die Muskeln und die Haut zertheilen. Man nennt dieſe Nerven, da ſie evident aus dem Gehirne und Rückenmark entſpringen, die Hirn- und Rückenmarknerven oder Cerebroſpinalnerven. Dagegen findet man namentlich an den Eingeweiden und den Blutgefäßen röthlich-graue, weiche, vielfach untereinander verflochtene Faſern, die keine deutlichen Stämme und Zweige bilden, mit röthlichweichen Knötchen, ſogenannten Ganglien, in Verbindung ſtehen und als deren Hauptſammelplatz ein knotiger Grenzſtrang erſcheint, welcher auf der vorderen Fläche des Rückgrates jederſeits von oben nach unten verläuft und durch Verbindungsäſte mit den meiſten Hirn- und Rückenmarksnerven, nicht aber direct mit den Centralorganen in Verbindung zu ſtehen ſcheint. Man nennt dieſe Nerven ſympathiſche, organiſche oder Ganglionnerven.

Jeder mit bloßen Augen oder unter der Loupe ſichtbare Nervenaſt oder Stamm beſteht aus einem Bündel feiner Röhren,

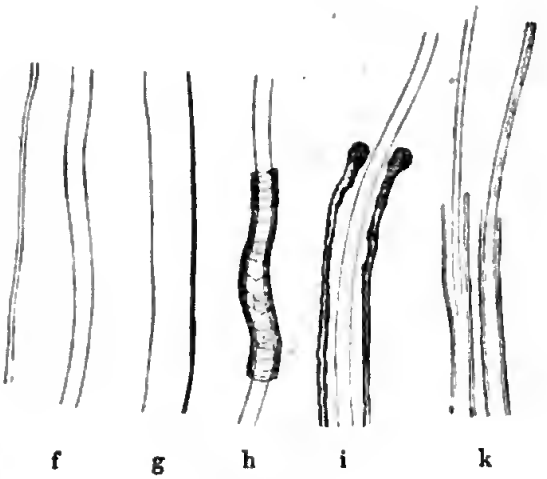


Fig. 41.

Nervenfasern bei 350facher Vergrößerung. e. Feine; f. mittelbreite; g. breite dunkelrandige Nervenfaser in frischem Zustande von einem Kaninchennerven. h. Faser aus dem menschlichen Rückenmark. Man sieht den hellen Axencylinder und die zusammengezogene Scheide. i. Aehnliche Faser aus dem menschlichen Hirn. k. Uebergang der feinen Hirnfasern in Fasern mit Scheide aus dem Gehirn des Zitterrochens.

welches in den Cerebrospinalnerven von einer deutlichen, mehr oder minder dicken festen Scheide umgeben ist. In dieser Scheide erst liegen die eigentlichen Primitivröhren der Nerven, welche, frisch untersucht, glashell und durchsichtig erscheinen, und bei Beobachtung von oben einen fettigen oder wachsähnlichen Glanz zeigen. Ganz frisch untersucht und ohne Zusatz von irgend welchen Substanzen, welche das Ansehen der Nervenröhren außerordentlich leicht ändern, zeigen dieselben einfache, dunkele Contouren und einen hellen Inhalt, der durchaus homogen erscheint. Dieser Inhalt wird aber äußerst leicht verändert und namentlich durch Gerinnung so sehr in seinem Verhalten umgewandelt, daß er oft kaum erkennbar ist. Bei geeigneter Behandlung unterscheidet man aber in den Nervenröhren drei wesentliche Elemente: eine innere Centralfaser, weich, biegsam, aber elastisch, wie geronnenes Eiweiß, aber vollkommen durchsichtig und homogen. Dieser Axencylinder der Nervenröhre bricht das Licht eben

ſo, wie das zähflüſſige, glänzende, ölartige Nervenmark, welches beim Drucke aus einer durchſchnittenen Nervenröhre hervorquillt, und nach außen hin von der elaſtiſchen, ſtructurloſen, durchſichtigen, dunkelrandigen Scheide umgeben wird. Der Axencylinder, den viele Beobachter früher nicht als ein eigenes Gebilde, ſondern nur als den inneren feſteren Theil des Nervenmarkes anſehen wollten, der ſich aber durch Behandlung mit geeigneten Reagentien ſehr leicht darſtellen läßt, findet ſich conſtant in allen Faſern, und ſetzt ſich einerſeits in die ſchwanzförmigen Verlängerungen der Nervenzellen, andererſeits bis in die letzten peripheriſchen Endigungen der Nervenröhren fort, ſo daß er als das hauptſächlichſte, nie fehlende Element der Nervenfaſer ſich darſtellt. Das mehr flüſſige Mark, welches den Axencylinder umgiebt, findet ſich nur in den breiteren, dunkelrandigen Nervenröhren und in dem peripheriſchen Nervenſyſteme überhaupt. Die Röhren des Gehirnes und Rückenmarkes entbehren es faſt gänzlich. Sein Fehlen bedingt die geringere Breite der Nervenfaſer, auf welche man früher vieles Gewicht legte, im Verein mit der Scheide, die ebenfalls ſowohl im Centralnervenſyſteme, wie an den letzten Endigungen der Nerven allmählich verſchwindet, oder wenigſtens vollkommen dünn und unſichtbar wird. Die Unterſchiede, welche man früher zwiſchen dunkelrandigen und hellrandigen, doppelt und einfach contourirten Nervenröhren, zwiſchen breiten und ſchmalen Primitivfaſern feſthalten wollte und von denen man gewiſſe Unterſchiede in der Function abhängig machen zu können glaubte, erſcheinen den neueſten Unterſuchungen zufolge durchaus unweſentlich, indem dieſelbe Faſer in ihrem Verlaufe von dem Centralnervenſyſteme bis zur letzten peripheriſchen Endigung ſehr verſchiedene Dicke und große Mannichfaltigkeit hinſichtlich ihrer Contouren und des Verhaltens des Markes und der Scheide zeigen kann.

Wir erwähnten oben der Ganglien oder Knoten (ſ. Fig. 42, S. 234), welche ſich ganz allgemein an dem ſympathiſchen Nervenſyſteme finden. Ganz ähnliche Knoten zeigen ſich aber auch an den hinteren Wurzeln aller Rückenmarksnerven, ſowie an den

Wurzeln einiger Hirnnerven, ſo daß in dieſer Beziehung das ſympathiſche Nervenſyſtem nicht als etwas Beſonders angeſehen werden kann. Der gleiche Schluß ergiebt ſich, wenn man dieſe Ganglien

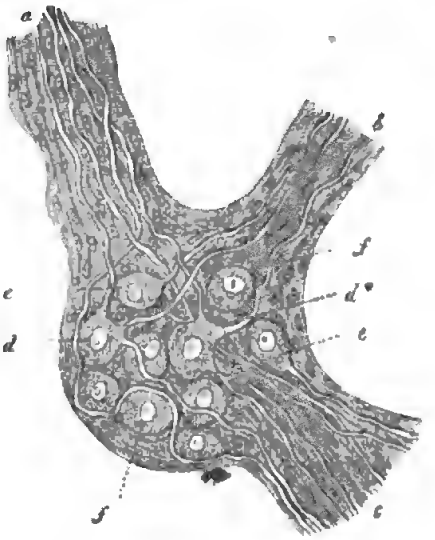


Fig. 42.

Ganglion eines Säugethieres in ſchematiſcher Zeichnung. a, b, c. Drei davon auslaufende Nervenſtämme. d. Multipolare, e. unipolare, f. apolare Ganglienzellen.

mikroſkopiſch unterſucht. Ihre graue Maſſe beſteht aus den ſogenannten Nervenzellen, Ganglienkugeln oder *Ganglienkörpern*, Zellen mit homogenem, zähem, teigartigem Inhalt, in welchen Fettkörnchen und Körnchen von gelblichem, grauem oder ſelbſt ſchwarzem Pigmente liegen. Es beſitzen dieſe Zellen eine feine Hülle und einen ſtets ſehr deutlichen, hellen, bläschenartigen, kugelrunden Kern, in deſſen Mittelpunkt meiſt noch ein kleines Kernkörperchen liegt. In den Ganglien liegen die Zellen eingebettet in einem zarten, kernhaltigen, oft ziemlich dicken Bindegewebe, welches ſich auch in mehr ausgebildeter Faſerform (die ſogenannten Remakſchen Faſern) über die ſympathiſchen Nerven fortſetzt und dieſen, wie den Ganglien, die grau-röthliche Farbe giebt. Von Intereſſe iſt nun das Verhältniß der Nervenzellen zu den Nervenfaſern ſelbſt. Viele, die ſogenannten *apolaren*

Ganglienkugeln sind vollkommen rund und in sich abgeschlossen, andere, die sogenannten unipolaren Ganglienkörper, setzen sich nach einer Seite, noch andere, die bipolaren, nach zwei entgegengesetzten Seiten hin unzweifelhaft in Nervenfasern fort.

Fig. 43.

a. Bipolare Nervenzelle vom Ganglion des dreigetheilten Nerven der Forelle, mit dicker Scheide, körnigem Inhalt, bläschenförmigem Kerne und Kernkörperchen. b. Unipolare Ganglienkugel vom Menschen, mit dicker, kernhaltiger Scheide aus Bindegewebe.

Meist findet diese Fortsetzung nach beiden Seiten hin statt, in seltenen Fällen aber scheinen auch die Nervenzellen den Fasern wie an der Seite angeklebt und es finden sich sogar Fasern, welche mit mehreren Zellen in Verbindung stehen. Ja es kommen, namentlich in dem Bereiche des sympathischen Nervensystemes, Zellen vor, von welchen vielfache Fortsätze ausstrahlen (multipolare Ganglienzellen), die offenbar in Nervenfasern übergehen und die man früher für das alleinige Besitzthum der grauen Substanz des Hirnes und Rückenmarkes hielt. Die Ganglien scheinen demnach zerstreute Centralorgane, in welchen ein Ursprung von Nervenfasern stattfindet, die zu den von dem Centralorgane kommenden Fasern hinzutreten und dadurch eine Verstärkung der austretenden Nerven bewirken. Da, wo die unipolaren Ganglienkugeln vorherrschen, wie z. B. in den meisten Ganglien des Menschen, stellen die Ganglien wirklich zerstreute Organe dar, welche zu den vorüberstreichenden, vom Hirn und Rückenmarke kommenden Fasern eine Verstärkung von Fasern senden, während bei den Fischen, wo die bipolaren Ganglienkugeln fast einzig vorkommen, jedes Ganglion wohl nur ein in den Verlauf

des Nerven eingeschobenes Erneuerungsorgan gewisser Nervenwirkungen darstellt.

Untersuchen wir nun nach den bei dem peripherischen Nervensysteme gewonnenen Resultaten die Structur des centralen Nervensystemes, wo die Weichheit der Substanz und die leichte Formveränderlichkeit der Untersuchung außerordentliche Schwierigkeiten entgegenstellen, so sehen wir zuerst die weiße Substanz des Hirnes und Rückenmarkes überall aus Nervenfasern zusammengesetzt, welche meistens sehr schmal, selten sehr breit sind, keine Primitivscheide, noch bindegewebige Hülle, sondern nur einfache, oft aber dunkelrandige Contouren zeigen, außerordentlich leicht sich verändern, stellenweise durch diese abnormen Veränderungen knotig erscheinen (varicös werden) und zuletzt einzig aus dem Axencylinder zusammengesetzt sind. Es erscheinen also diese Fasern gewissermaßen als auf ihre letzten constituirenden Elemente reducirt.

Die Enden dieser Fasern dringen ohne Zweifel theilweise in die graue Substanz ein, um sich dort mit den Zellen derselben zu verbinden, theilweise verästeln sie sich auch in feine Ausläufer, welche mit eigenthümlichen feinen Körnchen in Verbindung zu stehen scheinen.

Die graue Substanz besteht aus multipolaren Kernzellen (s. Fig. 44, S. 237) mit feinem Inhalte, die in eine Menge von Fasern ausstrahlen, welche sich in höchst feine Fädchen und Ausläufer spalten, die außerordentlich schwer zu verfolgen sind. So viel indessen steht sicher, daß einzelne dieser Ausläufer nach mannichfaltigen Krümmungen und Windungen in die Nervenfasern der weißen Substanz und durch diese in die peripherischen Nervenfasern übergehen; während andere dieser Zweiglein sich mit denen anderer Zellen verbinden, so daß ein verwickeltes Netzgewebe hergestellt wird. Wenn es auch unmöglich ist, das Schicksal aller dieser Ausläufer genauer zu erforschen, so ist doch so viel sicher, daß durch dieselben die constituirenden Elemente der grauen, wie der weißen Substanz nach allen Richtungen hin in der Fläche, wie auf- und abwärts mit einander verbunden sind, so daß also, wie schon aus diesem anatomischen Verhalten

hervorgeht, in der grauen Subſtanz phyſiologiſche Verbindungen nach allen Richtungen hin hergeſtellt ſind, die dem peripheriſchen Nervenſyſteme durchaus abgehen.

Fig. 44.

Multipolare Nervenzellen mit Ausläufern aus dem Menſchenhirne. 1. Zelle, deren Ausläufer a. zum Axencylinder der mit einer Scheide verſehenen Primitivfaſer b. wird. 2. Zwei Zellen, a. und b, durch Ausläufer verbunden. 3. Drei Zellen a durch Commiſſuren b. verbunden und in Nervenfaſern c. auslaufend. 4. Multipolare Zelle mit vielem ſchwarzem Farbſtoff.

In neueſter Zeit erſt ſind, namentlich an dem kleinen Gehirne, ſowie auch an den Windungen der Hirnlappen, Reſultate gewonnen worden, welchen zwar gewichtige Autoritäten theilweiſe noch widerſprechen, die wir indeſſen dennoch hier anführen wollen, da ihre weitere Verfolgung mannichfache Benutzung für die Phyſiologie verſpricht.

Die graue Schicht, welche mit ihren Windungen die Ausſtrahlungen des Lebensbaumes in dem kleinen Gehirne umkleidet,

zeigt ſich bei genauerer Anſicht aus zwei Schichten zuſammengeſetzt, einer äußeren grauen und einer inneren, heller röthlichen, oder roſtfarbenen, welche der weißen Subſtanz unmittelbar aufliegt. Die Verhältniſſe dieſer verſchiedenen Subſtanzen zu einander ſollen nun folgende ſein: An der Grenze der weißen Subſtanz ſtrahlen die weißen Faſern pinſelartig in unzählige, höchſt feine Fädchen aus, in deren Verlauf kleine helle Körnchen eingeſetzt ſind, ſo daß das Gewebe in der Fläche etwa wie eine mit Perlen gefertigte Strickerei ausſieht. Auf dieſem Gewebe, welches die roſtfarbene Schicht darſtellt, ruhen nun große, helle, multipolare Nervenzellen, die durch feine Ausläufer mit den Fädchen der roſtfarbenen Schicht zuſammenhängen, außerdem aber noch nach oben dickere Ausläufer ſenden, welche den gewöhnlicheren der Nervenzellen ähneln und wahrſcheinlich zur Verbindung der Zellen unter einander beſtimmt ſind.

Die Nervenzellen, welche man im Gehirne und Rückenmarke findet, zeigen ſehr verſchiedene Größen und Verhältniſſe. Sehr große mit verſchiedenen Fortſätzen verſehene Zellen finden ſich namentlich in den vorderen Hörnern der grauen Subſtanz des Rückenmarkes, ſowie auf dem Boden der Rautengrube an dem verlängerten Marke, und man hat ſogar dieſe Zellen als Bewegungszellen den kleineren, an anderen Orten ſich findenden Nervenzellen gegenüberſtellen wollen, welche man die Empfindungszellen nannte. So ſehr es indeſſen wahrſcheinlich iſt, daß alle dieſe Nervenzellen je nach ihrer Structur auch verſchiedene Functionen zeigen, und daß am Ende jede geiſtige Thätigkeit in beſtimmten Gruppen von Nervenzellen der grauen Subſtanz ihren Sitz hat, ſo wäre es dennoch voreilig, wenn man nach den ſo unvollſtändigen Unterſuchungen über die Formbeſtandtheile und nach ihrer bis jetzt noch ſo geringen Uebereinſtimmung mit den Ergebniſſen der phyſiologiſchen Verſuche jetzt ſchon daran denken wollte, die einzelnen Formbeſtandtheile mit aus ihren Functionen geſchöpften Namen zu bezeichnen.

Es wäre unmöglich, hier auf die weiteren Structurverhältniſſe und namentlich auf die Art und Weiſe einzugehen, wie die

verſchiedenen Formelemente, zu welchen ſich noch andere, nicht genauer zu erörternde geſellen, zu einander in Beziehung treten. So viel können wir als ausgemacht anſehen, daß die Nervenfaſern der peripheriſchen Nerven durch die weiße Subſtanz des Centralnervenſyſtemes mit den Nervenzellen der grauen Subſtanz zuſammenhängen, und zwar häufig in ſo ſichtlicher Weiſe, daß man z. B. die vorderen und hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven bis zu den entſprechenden Hörnern der grauen Subſtanz, und diejenige vieler Hirnnerven bis zu grauen Kernen verfolgen kann, welche in dem Hirnſtamme liegen. Jedenfalls iſt aber die weiße Subſtanz nicht blos aus dieſen Wurzelfaſern der Nerven zuſammengeſetzt, ſondern es finden ſich in ihr auch noch andere ſelbſtſtändige Faſern, ganz ſo, wie auch in der grauen Subſtanz, welche hauptſächlich durch die Ausläufer ihrer Zellen die gegenſeitige Verbindung vermittelt, ebenfalls eine Menge von Faſern ſich finden.

Durch die Zuſammenſtellung der Faſern in Gruppen entſtehen Züge, welche man im Inneren der weißen Subſtanz des Rückenmarkes und des Gehirnes verfolgen kann und welche wohl im Allgemeinen den Weg andeuten, den die Nervenbahnen in ihrer Verbreitung durch die Centraltheile nehmen. Man hat dieſer Faſerung des Gehirnes und Rückenmarkes vielfältige Aufmerkſamkeit geſchenkt und kann nur im Allgemeinen ſagen, daß in dem Rückenmarke der größte Theil der weißen Stränge aus ſolchen Faſern beſteht, die in der Axenrichtung deſſelben, alſo nach dem Gehirne hin, verlaufen, daß in dem verlängerten Marke durch veränderte Anordnung der grauen Maſſe neue Stränge und Kerne entſtehen, die durch quere Faſerzüge, ſogenannte Commiſſuren, verbunden werden, und daß hier die Faſermaſſen in ſolcher Weiſe ſich kreuzen, daß diejenigen der rechten Seite nach links und diejenigen von links nach rechts hin ſich wenden. Von dem zum Theile aus Axenfaſern beſtehenden Hirnſtamme ſtrahlt dann die Faſerung durch aufſteigende Bündel mittels ſogenannter Schenkel zum kleinen Hirn, zu den Vierhügeln und dem großen Hirne, um deren Gewölbemaſſen zu

bilden, während zugleich bedeutende Quercommissuren, wie z. B. die Brücke und der Balken, die beiden Seitenhälften in Verbindung setzen. Die physiologische Verwerthung der in dieser Beziehung gewonnenen Resultate der Untersuchung ist indessen, wir dürfen es offen gestehen, bis jetzt nur noch sehr gering.

Eine in physiologischer Hinsicht äußerst wichtige Frage ist die nach der Endigung der Nerven in den peripherischen Organen des Körpers. So lange die Anwendung des Mikroskopes noch eine äußerst beschränkte war, konnten nur Hypothesen über das Verhalten der Nervenenden aufgestellt werden. Man sah die Nerven in stets feinere Zweige und Zweiglein sich theilen, mit den letzten erkennbaren Aestchen in das Gewebe der Organe, welchen sie bestimmt waren, eindringen, konnte aber nicht die einzelnen Primitivröhren bis zu ihrem Ende verfolgen, um sich zu überzeugen, ob sie stets von dem umgebenden Gewebe isolirt blieben, oder aber mit demselben in ein untrennbares Ganze verschmölzen. Auch jetzt, wo angestrengte Untersuchungen mit allen erdenklichen Hülfsmitteln in verschiedenen Gebilden die Nervenendigung mit dem Mikroskope zu verfolgen suchten, sind noch viele Dunkelheiten unaufgeklärt. Man glaubte früher, daß eine jede Primitivröhre von ihrem Ursprunge bis zu ihrem peripherischen Ende hin vollkommen isolirt sei, daß sie mit keinem anderen Gewebe verschmelze und eigentlich gar kein peripherisches Ende besitze, sondern sich zuletzt schlingenförmig umbiege und wieder nach dem Centralorgane zurücklaufe. Man konnte demnach jeden Nerven als ein Bündel von isolirten Primitivröhren ansehen, die in den Aesten sich nicht theilen, sondern nur auseinanderweichen. Die Untersuchungen der Neuzeit haben diese Ansichten mannichfaltig modificiren müssen. In den mit bloßem Auge sichtbaren Nerven kommen freilich nur wenige Theilungen vor. Die Primitivröhren laufen vollkommen isolirt neben einander her, wie eben so viel umsponnene Drähte eines electrischen Leitungsapparates. Gegen das peripherische Ende zu theilt sich aber jede Primitivröhre unzweifelhaft mehrfach und spaltet sich in immer feiner werdende Zweige. Gewöhnlich verlieren diese

letzten Enden der Nerven die dickere Scheide, die dunkelrandigen Contouren hören auf und die letzten Enden der verzweigten Fasern werden wieder gänzlich den in den Centralorganen befindlichen Fasern ähnlich. Diese letzten Fasern verbinden sich unter einander schlingenförmig und bilden ein Maschennetz, aus welchem noch feinere Aeste abgehen, die sich frei in dem Gewebe enden und mit demselben verschmelzen. Bei Fröschen und Fischen sind in den Muskeln unzweifelhaft solche freie Endigungen gesehen worden, ebenso in dem electrischen Organe des Zitterrochens, sowie in anderen Geweben muskulöser Natur.

Die Endigungen in den empfindenden Organen sind mannichfacher Art und theilweise, wie z. B. in der inneren Zahnpulpe, in den Geschmackswärzchen der Zunge, in der Haut vieler niederen Thiere und selbst des Frosches, ganz derjenigen in den Muskeln ähnlich, indem die Ausläufer mit dem Gewebe verschmelzen. Dagegen finden sich in den einzelnen Sinnesorganen eigenthümliche Endgebilde, die man in der äußeren Haut und verschiedenen Schleimhäuten als Krause'schen Kolben, in der äußeren Haut als Tastkörperchen, an verschiedenen inneren Theilen als Pacini'sche Körperchen kennt. Die Krause'schen, meist länglichen Kolben (s. Fig. 45, S. 242), die namentlich in der Bindehaut des Auges leicht zu finden sind, bestehen aus einem Säckchen von Bindegewebe, das mit weichem, durchsichtigem, gallertartig glänzendem Inhalte erfüllt ist. Die Primitivfasern der Nerven theilen sich in feine Ausläufer, von welchen je einer, nur selten zwei, in ein Kölbchen eintreten und dort bald einfach, bald verknäuelt enden. Die Pacini'schen Körperchen (s. Fig. 46, S. 242), die sich besonders an der Handfläche und an der Fußsohle finden, bestehen aus einer eiförmigen Kapsel, welche wie eine Zwiebel aus concentrischen Lagen von Bindegewebe besteht und in deren Axe ein Kanal sich befindet, in welchem die auf den Axencylinder reducirte Primitivfaser bald mit einem einfachen, bald mit einem doppelten Knöpfchen endet. In den Tastkörperchen (s. Fig. 47, S. 243) endlich, die nur der äußeren Haut der Hände und Füße des Menschen und Affen angehören, findet sich eine Kapsel von

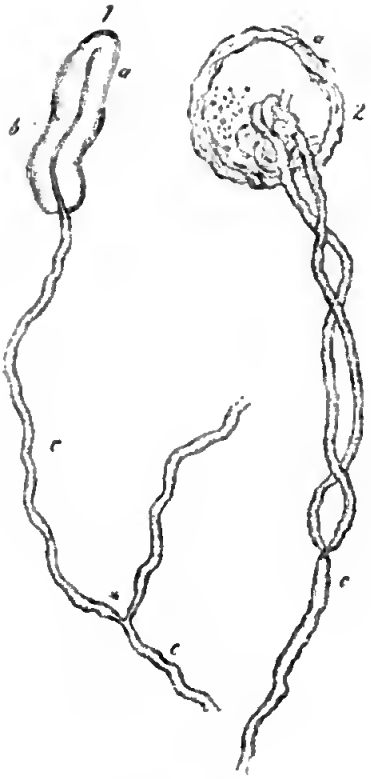


Fig. 45.

Krauſe'ſche Endkolben. 1. Aus der Bindehaut des Kalbsauges. 2. Aus derjenigen des Menſchenauges. a. Endſäckchen, b. Ende des Axencylinders, c. eintretende, häufig getheilte Nervenfaſer.

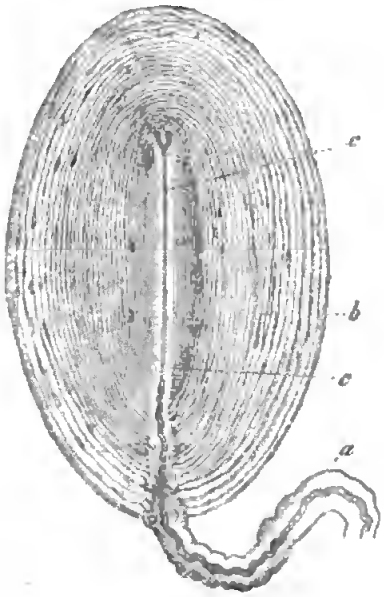


Fig. 46.

Pacini'ſches Körperchen aus dem Gekröſe der Katze. a. Eintretende Nervenfaſer. b. Zwiebelartige Kapſel. c. Axencylinder, mit doppeltem Knöpfchen endend.

zähem Bindegewebe mit zahlreichen quergeſtellten Kernen und weichem Inhalte, um welche die letzten Endigungen der ebenfalls auf ihre Axencylinder reducirten Primitivfaſern ſich häufig ſpiralig herumwinden, bis ſie zuletzt in das Innere treten und dort ſchmelzend endigen.

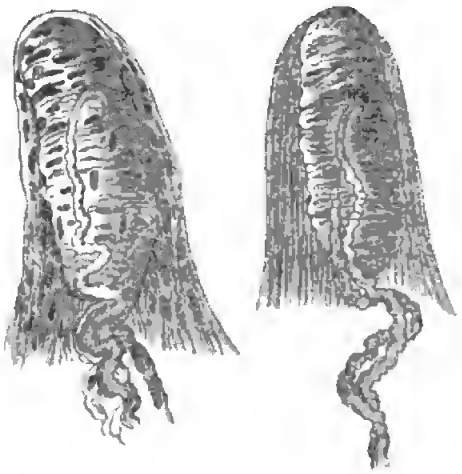


Fig. 47.

Zwei Taſtkörperchen vom Zeigefinger mit den eintretenden Nerven

Alle dieſe Gebilde ſind offenbar der einfachen Empfindung und namentlich dem Taſtſinne gewidmet, und wie man ſieht, läuft ihre Structur auf das gemeinſame Princip hinaus, daß ein kapſelartiges Körperchen gebildet wird, in welchem die Primitivfaſer endigt. Auf die Endungen der Nerven in den ſpecifiſchen Sinnesorganen werden wir bei dieſen ſelbſt näher eingehen.

Es giebt in dem menſchlichen Körper nur ſehr wenige Nervenſtämme, welche durchaus iſolirt von dem Gehirne aus bis zu ihrem peripheriſchen Verbreitungsbezirke verlaufen; — die meiſten verbinden ſich durch ſogenannte Anaſtomoſen mit einander; viele auch verſchmelzen mit anderen zu einem gemeinſchaftlichen Stamme, der ſich nicht ohne Zerreißung zerlegen läßt. Es wäre indeß falſch, wenn man glauben wollte, daß ſolche Verbindungen und Verſchmelzungen auf wirklichem Zuſammengehen der Nervenfaſern beruhen; es ſind dieſe Anaſtomoſen im Gegentheile nur Brücken, mittelſt deren Bündel von Primitivröhren

aus einem Stamme in den anderen übergehen, um auf der Bahn des andern Nerven weiter zu verlaufen. Oft ist dieser Austausch wechselseitig und die übergehenden Primitivröhren kreuzen sich in der durch die Anastomose gebildeten Brücke; — oft aber verläßt auch nur ein Bündel von Primitivröhren den einen Nerven, um zu dem anderen Stamme überzutreten, ohne daß Reciprocität vorhanden wäre. Es ist wohl denkbar, daß eine und dieselbe Primitivröhre auf diese Weise mehrere Nervenstämme theilweise begleitet, um dann wieder auf einen anderen Stamm überzuspringen; nichts destoweniger bleibt die Primitivröhre in ihrem ganzen Laufe isolirt, so weit dieser innerhalb der mit bloßem Auge sichtbaren Nerven stattfindet.

Unter dem Namen der Nervenwurzeln bezeichnet man die Nervenbündel, welche an den Seiten des Gehirnes und Rückenmarkes hervortreten, um sich zu Stämmen zu vereinigen und nach den verschiedenen Körpertheilen zu begeben. So wie das Centralnervensystem, so zeigen auch die peripherischen Nerven eine durchaus symmetrische Anordnung; — alle Cerebrospinalnerven sind paarig im Körper vorhanden und haben einen durchaus paarigen Verlauf in beiden seitlichen Körperhälften. An dem Gehirne des Menschen und der meisten Wirbelthiere unterscheidet man 12 Paare von Nerven, während das Rückenmark 31 Nervenpaare liefert. Die ersten treten durch Löcher, welche sich in der Schädelbasis befinden, aus dem knöchernen Schädel hervor; die Rückenmarksnerven verlassen den Kanal mittelst eigener Löcher, welche sich zwischen je zwei Wirbeln finden. Jeder Rückenmarksnerve hat zwei Wurzeln, die deutlich von einander getrennt sind; beide Wurzeln entspringen an der Seitenfläche des Rückenmarkes, die vordere aber mehr gegen den Bauch, die hintere mehr gegen den Rücken hin. Man kann so durch Querschnitte das Rückenmark in eben so viel Segmente theilen, als Nervenpaare entspringen; denn die beiden Wurzeln eines jeden Nerven entspringen in derselben Horizontalebene, wenn man das Rückenmark des stehenden Menschen betrachtet, oder, wenn man das Rückenmark horizontal gelegt denkt, in derselben senkrechten Ebene. Beide

Wurzeln convergiren nach dem Austrittsloche hin; unmittelbar aber vor ihrer Vereinigung zeigt die hintere Wurzel eine knotenförmige graue Anschwellung, ein wahres Ganglion, in welchem auch wirkliche Ganglienkugeln liegen. Die Unterscheidung dieser beiden Wurzeln, der hinteren, mit einem Ganglion versehenen, und der vorderen ganglienlosen Wurzel, ist von der höchsten Bedeutung für die Physiologie, da, wie wir in der Folge sehen werden, beiden durchaus verschiedene Functionen zukommen.

Die Nerven, welche vom Gehirne ihren Ursprung nehmen, entspringen sämmtlich, ohne Ausnahme, in dem Hirnstamme auf der unteren Fläche des Gehirnes; die Gewölbtheile stehen durchaus in keinem unmittelbaren Zusammenhange mit den 12 Paaren von Nerven, welche dem Schädeltheile des Centralnervensystemes angehören. So weit bis jetzt die noch sehr unvollständigen Untersuchungen Aufschluß geben, hat jedes Nervenpaar einen im Hirnstamme gelegenen Kern grauer Substanz, von welchem es seinen Ursprung nimmt, und nachdem es die äußerlich umhüllende weiße Substanz des Gehirnes durchsetzt hat, erscheint es auf der Unterfläche desselben, um meist nach kurzem Laufe durch ein oder mehrere Löcher des knöchernen Schädels nach den peripherischen Organen vorzudringen (s. Fig. 48, S. 246).

Man hat die verschiedenen Nervenpaare des Gehirnes von vorne nach hinten mit Ziffern (in Fig. 48 von o bis z) bezeichnet, welche ich hier nebst den ebenfalls gebräuchlichen, meist von der Function entnommenen Namen, anführen will:

Erstes	Paar:	Riechnerve	Nervus	Olfactorius,	*o*
Zweites	„	Sehnerve	„	Opticus,	*p*
Drittes	„	Gemeinschaftlicher Augenmuskelnerve . . .	„	Oculomotorius,	*q*
Viertes	„	Pathetischer Nerve . .	„	Patheticus,	*r*
Fünftes	„	Dreigetheilter Nerve . .	„	Trigeminus,	*s*
Sechstes	„	Abziehnerve des Auges .	„	Abducens,	*t*
Siebentes	„	Gesichtsnerve	„	Facialis,	*u*
Achtes	„	Hörnerve	„	Acusticus,	*v*
Neuntes	„	Zungen-Schlundkopfnerve	„	Glossopharyngeus,	*w*
Zehntes	„	Herumschweifender Nerve	„	Vagus,	*x*
Eilftes	„	Beinerve	„	Accessorius,	*y*
Zwölftes	„	Zungenfleischnerve . .	„	Hypoglossus,	*z*

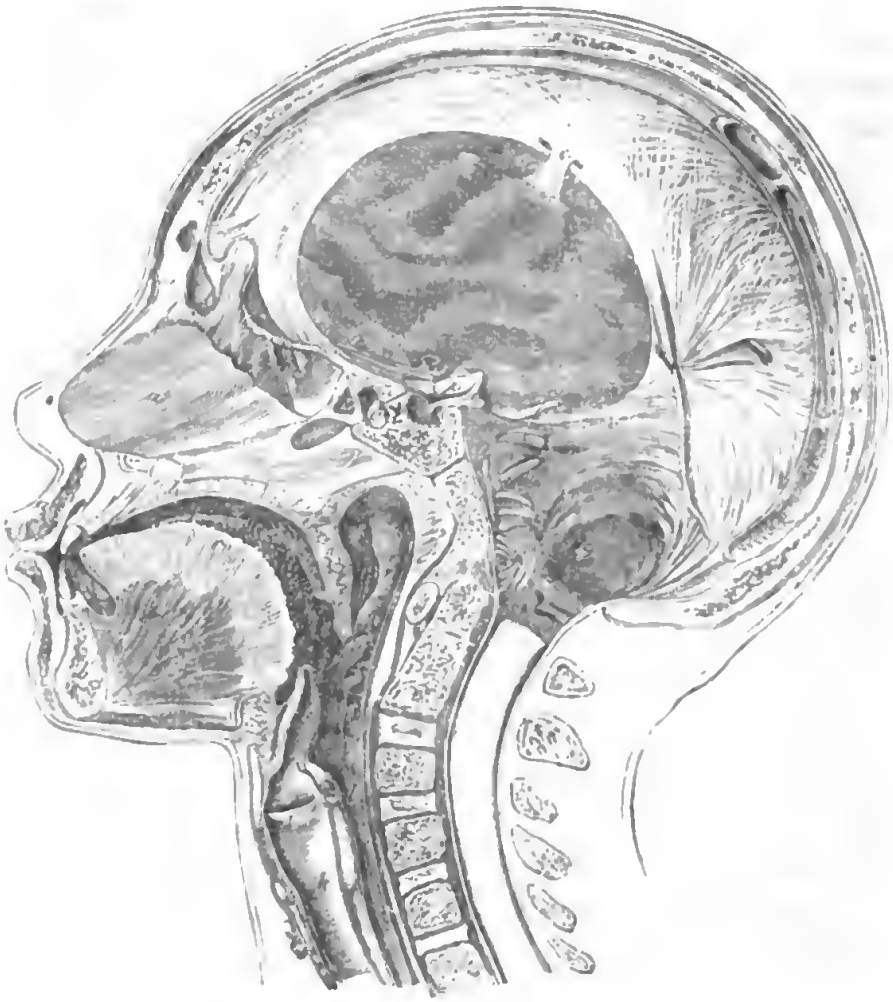


Fig. 48.

Senkrechter Durchſchnitt des Kopfes. Das Gehirn iſt herausgenommen, ſo daß man die Falten der harten Hirnhaut, beſonders die Hirnſichel und das Hirnzelt, ſo wie ſämmtliche Nervenwurzeln ſieht.

Faßt man die Nerven hinſichtlich ihrer Verbreitung und der aus derſelben ſchon hervorgehenden Function in das Auge, ſo ergeben ſich mehrere beſtimmte Klaſſen.

Der Menſch beſitzt außer dem allgemeinen Taſtſinne, der überall auf der Haut verbreitet und kaum als an ein beſonderes Organ gebunden gedacht werden kann, vier eigenthümliche ſpecielle

Organe für ſpecifiſche Sinnesempfindungen : die Naſe für den Geruch, das Auge für das Geſicht, das Ohr für das Gehör, und die Zunge nebſt den hinteren Theilen des Rachens für den Geſchmack. Jede der drei ſpecifiſchen Sinnesempfindungen wird auch durch einen beſonderen Nerven vermittelt : wir haben einen Riechnerven, Sehnerven und Hörnerven; dagegen müſſen wir zugeſtehen, daß außer dem eigentlichen Geſchmacksnerven, der in dem neunten Paare, dem Zungenſchlundkopfnerven oder Glossopharyngeus, gegeben iſt, auch noch der Zungenaſt des fünften Paares gewiſſe Geſchmacksempfindungen leiten kann.

Alle ſpecifiſchen Sinnesnerven gehören dem Gehirne an.

Wir beſitzen ferner eine zweite Klaſſe von Nerven, welche einzig und allein in Muskeln ſich verbreiten, reine Muskelnerven, deren Wurzeln bei der Durchſchneidung durchaus keinen Schmerz erzeugen und bei welchen dieſe Verletzung nur den Verluſt der Bewegung zur Folge hat.

Es gehören hierher die drei Paare von Augenmuskelnerven, das dritte, vierte und ſechste Hirnnervenpaar, Oculomotorius, Patheticus und Abducens, von welchen der erſtere namentlich auch an den Bewegungen der Pupille des Auges betheiligt iſt; das ſiebente Paar oder der Facialis, welcher die Bewegungen des Antlitzes vermittelt; das elfte und zwölfte Paar, der Beinerve oder Accessorius, von welchem einige beſondere Athembewegungen abhängen, und endlich der Hypoglossus oder Muskelnerve der Zunge. Allen dieſen Bewegungsnerven miſchen ſich indeſſen bald nach ihrem Austritte aus dem Gehirne, zuweilen ſelbſt noch innerhalb der Schädelhöhle, empfindende Faſern bei.

Die zwei übrigen Nervenpaare des Gehirnes, nämlich dreigetheilter und herumſchweifender Nerv, ſo wie ſämmtliche Nerven des Rückenmarkes ohne Ausnahme ſind gemiſchte Nerven, indem ſie ſowohl Bewegung als Empfindung vermitteln, ſich ſowohl in bewegenden als empfindenden Organen verbreiten, und ſomit ſtets ihre Verletzung gemiſchte Functionsſtörungen zur Folge hat.

Wir erwähnten ſchon oben jenes eigenthümlichen Nervenſyſtemes, das man mit dem Namen des organiſchen, ſympathiſchen oder Ganglienſyſtemes bezeichnet. Hier fehlt jede Centraliſation. Eine Menge von einzelnen Ganglien und Ganglienhaufen ſind überall unter den größeren Eingeweidegruppen zerſtreut und durch vielfache Fäden mit einander verbunden, die zugleich an allen Eingeweiden ſich verbreiten, die größeren und kleineren Blutgefäße umſpinnen und viele ſogenannte Geflechte bilden, von welchem das größte, das Sonnengeflecht, etwa in der Gegend der Herzgrube, aber ganz in der Tiefe auf der Aorta aufliegt. Außer den vielfach zerſtreuten Geflechten findet ſich dann noch eine Reihe durch kurze Zwiſchenſtränge mit einander verbundener Ganglien, die zuſammen den Stamm oder Grenzſtrang des Sympathicus bilden und von allen Rückenmarksnerven einen Zweig erhalten. Die Ganglien des Grenzſtranges, der jederſeits der Wirbelſäule parallel läuft, liegen den Zwiſchenwirbellöchern gegenüber, ſo daß man Hals-, Bruſt- und Bauchganglien unterſcheiden kann. Der oberſte Halsknoten, der etwa vor dem zweiten Halswirbel liegt, iſt eines der größten dieſer Ganglien, und die von ihm ausgehenden Zweige und Geflechte ſtehen mit den meiſten Hirnnerven, beſonders den gemiſchten, durch Zweige in Verbindung. Im Ganzen kann man ſagen, daß das ſympathiſche Nervenſyſtem ſich nur an ſolche Theile verbreitet, die im normalen Zuſtande weder deutliche Empfindung, noch willkürliche Bewegung zeigen, und daß weder die willkürlichen Muskeln noch die Sinnesorgane in ſeinen Verbreitungsbezirk fallen. Es verlaufen indeß innerhalb der Bahnen des ſympathiſchen Syſtemes vorzugsweiſe (nicht ausſchließlich, wie wir ſpäter ſehen werden) diejenigen Nervenfaſern, welche die Erweiterung und Zuſammenziehung der Gefäße beherrſchen, die man alſo unter dem Namen der Gefäßnerven begreifen kann und die auf alle Vorgänge des vegetativen Lebens den unverkennbarſten Einfluß üben.

Es geht aus dieſer kurzen Andeutung der anatomiſchen Verhältniſſe des Nervenſyſtemes hervor, daß es wie das Blutgefäßſyſtem

ein allgemein durch den Körper verbreitetes System ist, dessen einzelne Theile überall in bestimmter Beziehung zu einem Centralorgane stehen, von welchem der Impuls der verschiedenen Functionen ausgeht. So wie die unendlich verzweigten Kanäle, welche dem Blutstrome angewiesen sind, alle vom Herzen ausgehen und zu dem Herzen zurückführen, so führen auch die verwickelten Netze der Nerven stets wieder zu dem Centralorgane ihres Systemes, zu Hirn und Rückenmark. Während aber der Inhalt des Blutsystemes in ewig kreisender Bewegung sich umschwingt und seine Thätigkeit nur in der Bewegung gedacht werden kann, ist das Nervensystem im Gegentheile durch Bewegungslosigkeit ausgezeichnet. Wir finden hier keine arbeitende Pumpe, durch welche die Nervensäfte in stetem Umschwunge erhalten werden; kein sichtbares Strömen innerhalb der Kanäle, durch welche die Empfindung und der Willen fortgepflanzt werden, und dennoch unterliegt es keinem Zweifel, daß die Fortleitung und Mittheilung im Nervensysteme weit schneller von Statten gehe, als im Blutsysteme.

Die Kenntniß über die Functionen des Nervensystemes im Allgemeinen, so wie über die Eigenschaften der einzelnen Nerven insbesondere, hängt fast einzig und allein von dem Experimente am lebenden Thiere oder von den Erfahrungen ab, welche Krankheiten oder Verletzungen am Menschen zeigen. Letztere Quelle aber fließt nur sehr spärlich und meist auch nur sehr trübe. Bei der unglücklichen Eigenschaft der Medizin, jede Frage, mit der sie sich beschäftigt, zu verwirren, statt aufzuklären, und für jede Ansicht eben so viele Beweise als Gegenbeweise anzuführen, wären wir noch immer im Dunkeln, wenn nicht der Versuch am lebenden Thiere, die Vivisection, uns ihr Scalpell geliehen hätte. Die meisten Nervenstämme und Nervenwurzeln sind demselben zugänglich, sie können erregt, gereizt, durchschnitten, zerstört, ihre Function kann erhöht oder vernichtet werden, und die Erscheinungen, welche nach einem solchen Eingriffe auftreten, geben Aufschluß über die Function des Nerven. Wenn nach Durchschneidung eines gewissen Nervenstammes jedesmal bestimmte Muskeln gelähmt

werden und ihren Dienſt verſagen, gewiſſe Hautſtellen unempfindlich werden, ſo daß man ſie zerfleiſchen, mit glühenden Eiſen brennen kann, ohne daß die geringſte Schmerzensäußerung auf ſolche Eingriffe erfolgt, ſo ſchließen wir natürlich aus dem Nichtvorhandenſein der Empfindung und Bewegung, die als Folge der Durchſchneidung auftritt, daß die Function des durchſchnittenen Nerven eben in Vermittelung der Empfindung und Bewegung beſtehe. Wenn nach Bloslegung und Iſolirung eines Nerven und nach Reizung deſſelben durch Electricität, mechaniſches Berühren, chemiſche Agentien dieſer oder jener Muskel zuckt, das Thier Schmerz äußert, ſo ſchließen wir daraus, daß der Nerve dem zuckenden Muskel gewiſſermaßen den Befehl zur Aeußerung ſeiner Thätigkeit überbringt, oder daß er von ſeinem Verbreitungsbezirke aus die äußeren Eindrücke dem Bewußtſein zuführt. Wir dürfen offen ſagen, daß wir nur da über die Function der Nerven etwas Beſtimmtes wiſſen, wo uns das angeführte Mittel der Analyſe zu Gebote ſteht; an den organiſchen Nerven hat es bis jetzt zum Theile fehlgeſchlagen, da die unendliche Vertheilung ihrer einzelnen Stämmchen, der Mangel an Centraliſation ihrer Fäden ſowohl als ihrer Ganglien, bis jetzt unüberwindliche Hinderniſſe in den Weg gelegt haben. Von den Functionen der Centralorgane ſtehen nur diejenigen feſt, welche ebenfalls durch Analyſe der Erſcheinungen ſich ergeben, die bei Thieren nach Reizung, Verwundung oder Abtragung einzelner Theile ſich zeigen. Die größere Hälfte der Gehirnfunctionen, nämlich die Beziehungen dieſes Organes zu den Geiſtesthätigkeiten, liegt nur deshalb noch im Dunkeln, weil eben es unmöglich iſt, die Gedanken eines Thieres zu ſehen und ſich von den Veränderungen zu überzeugen, die nach Verletzung der Hirntheile in ſeinen Geiſtesthätigkeiten eintreten. Wir können auf die größere oder geringere Schmerzempfindung eines Thieres aus ſeinem Schreien, aus ſeinen abwehrenden Bewegungen ſchließen und auch annähernd daraus auf die Intenſität ſeiner Empfindungen; wir können die nach Verletzung eines Hirntheiles auftretende Lähmung, die nach Reizung erſcheinenden Zuckungen

einzelner Theile conſtatiren; — aber auch nicht viel mehr. Das Verhältniß der Hirntheile zu den Geiſtesfunctionen kann nie und nimmermehr auf anderem Wege ermittelt werden, als auf dem Wege der Beobachtung kranker Zuſtände und Verletzungen des Gehirnes unglücklicher Menſchen; die Thätigkeit des organiſchen Nervenſyſtemes konnte ebenfalls bis jetzt größten Theils nur auf demſelben Wege, welcher der Medizin anvertraut iſt, gefunden werden — von beiden wiſſen wir thatſächlich ſo viel als — Nichts!!

Elfter Brief.

Die Functionen der Nerven.

Bricht man bei einem lebenden Thiere, am beſten bei einem jungen Hunde, wo die Knochen noch weich ſind, den Wirbelkanal in der Lendengegend auf und legt auf dieſe Weiſe das Rückenmark in ſeinem unteren Theile blos, ſo zeigen ſich die doppelten, vom Rückenmark entſpringenden Wurzeln der verſchiedenen Nervenſtränge, welche zu den hinteren Extremitäten gehen (ſ. Fig. 49, S. 253). Die hinteren, mit einem Ganglion verſehenen Wurzeln liegen frei und offen dem Blicke dar; hebt man dieſe Wurzeln auf, um in die Tiefe ſchauen zu können, ſo findet man in entſprechender Reihe die vorderen ganglienloſen Wurzeln. Beim Berühren, Kneipen oder Stechen der hinteren Wurzeln, bei ihrer Reizung mittelſt der beiden Poldrähte einer galvaniſchen Säule, geben die Thiere die lebhafteſten Schmerzensäußerungen. Führt man nun ein feines Meſſerchen unter dieſen hinteren, mit Ganglien verſehenen Wurzeln durch und ſchneidet ſie ab, ſo ſchreien die Thiere im Momente der Durchſchneidung laut auf. Die durchſchnittenen Enden, welche nicht mehr mit dem Rückenmark in Verbindung ſtehen, kann man nun mißhandeln, wie man will, es erfolgt keine Schmerzensäußerung, während die leiſeſte Berührung der noch an dem Rückenmarke hängenden Wurzelſtümpfe auch die vorherigen Schmerzensäußerungen hervorruft. Hat man nun die Vorſicht gehabt, die hinteren Wurzeln ſämmtlicher Nerven, welche in einen Fuß

gehen, auf der einen Seite zu durchſchneiden, ſo iſt die Empfindlichkeit in dem ganzen Fuße durchaus aufgehoben. Man kann den Fuß, deſſen hintere Nervenwurzeln durchſchnitten ſind, mit glühenden Eiſen brennen, der Hund giebt nicht das geringſte Zeichen von Schmerz, während unmittelbar vor der Durchſchneidung ſchon ein Nadelſtich ihn zum Schreien brachte.

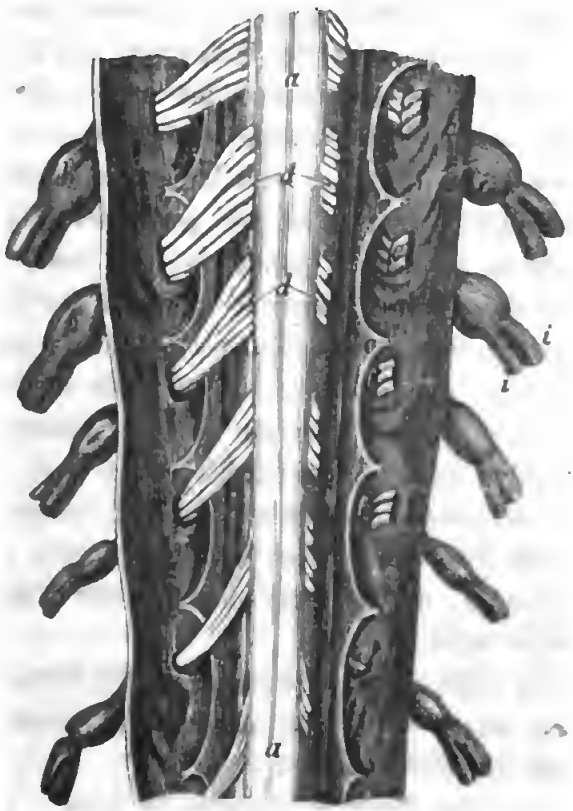


Fig. 49.

Ein Theil des menſchlichen Rückenmarkes in natürlicher Größe. Die Hüllen ſind durch einen Längsſchnitt geſpalten, ſo daß man die hintere Fläche a. mit der hinteren Furche entblößt ſieht. b. Die harte Rückenmarkshaut (äußerſte Hülle) auf der linken Seite zurückgeſchlagen, rechts abgetragen. c. Gezahntes Haltband mit der Spinnwebenhaut (mittlere Hülle) überzogen. d. Die hinteren Nervenwurzeln, rechts abgeſchnitten. e. Die abgeſchnittenen Fortſetzungen der Nerven. f. Die vorderen Wurzeln, nur auf der rechten Seite ſichtbar. h. Die von der hinteren Wurzel gebildeten Ganglien. i. Die abgehenden Nerven, abgeſchnitten.

Gänzliche Empfindungsloſigkeit der Theile, zu welchen ein Nerve ſich begiebt, iſt demnach unmittelbare Folge der Durchſchneidung der hinteren Rückenmarkswurzeln eines Nerven.

Ganz andere Reſultate zeigen ſich bei Reizung und Durchſchneidung der vorderen Wurzeln, welche kein Ganglion beſitzen. Jede Reizung derſelben iſt unmittelbar von einer heftigen Contraction derjenigen Muskeln gefolgt, in welchen ſich der betreffende Nerve vertheilt. Bei jeder Schließung und Oeffnung einer galvaniſchen Kette, mit welcher man die vordere Wurzel in Verbindung ſetzt, entſteht eine Zuckung der Muskeln. Nach Durchſchneidung der Wurzeln iſt es dem Thiere unmöglich, den Fuß zu bewegen. Kneipt man es an dem gelähmten Fuße, ſo ſchreit es auf, ſucht zu entfliehen, ſtrengt ſich an, durch Bewegungen den Schmerz abzuwehren; allein alle Anſtrengungen bleiben fruchtlos, die Muskeln ſind unbeweglich, der Fuß vollkommen gelähmt. Kneipt man die Wurzelſtümpfe, welche noch mit dem Rückenmarke zuſammenhängen, ſo erfolgt weder Schmerzensäußerung, noch Reaction in irgend einem Theile; reizt man hingegen die mit den Nerven zuſammenhängenden Wurzeln, welche vom Rückenmarke getrennt ſind, ſo erfolgen die Bewegungen und Muskelzuckungen ganz ſo, wie wenn ſie noch mit dem Rückenmarke zuſammenhängen würden.

Gänzliche Lähmung der Bewegung befällt demnach diejenigen Glieder, an deren Nerven die vorderen ganglienloſen Rückenmarkswurzeln durchſchnitten ſind.

Die genannten Verſuche gehörten ſo lange, als man die Aetheriſirung nicht kannte, zu den grauſamſten, welche man an Säugethieren anſtellen kann; ihre Reſultate ſind aber auch ſo durchaus ſchlagend, daß nicht der mindeſte Einſpruch dagegen erhoben werden kann. An Fröſchen ſind ſie leicht anzuſtellen und man trennt nicht ſelten hier an dem linken Fuße z. B. alle hinteren, an dem rechten alle vorderen Wurzeln, um ſo die entgegengeſetzten Phänomene an demſelben Thiere auf verſchiedenen Seiten zu zeigen. Der rechte Fuß iſt gelähmt, der Froſch kann ihn nicht mehr bewegen, er ſchleift ihn beim Kriechen nach, da

ihm das Hüpfen unmöglich ist. Sticht oder kneipt man aber den gelähmten Fuß, so sucht der Frosch zu entrinnen und mit dem linken Fuße das Instrument, das ihm Schmerz verursacht, abzustreifen. Derselbe linke Fuß aber, der alle Bewegungen so vollkommen ausführt und so sichtlich dem Willen gehorcht, ist durchaus unempfindlich; man kann eine glühende Kohle auf ihn legen, ohne daß der Frosch nur daran denkt, den Fuß wegzuziehen.

Es beweisen diese Versuche auf das Schlagendste, daß die beiden Wurzeln eines Rückenmarksnerven durchaus verschiedene Functionen haben, daß die eine, mit einem Ganglion versehene hintere die Empfindung, die vordere dagegen die Bewegung vermittelt, und daß diese Nervenwurzeln nur dann noch einer Function fähig sind, sobald sie noch mit dem Rückenmarke zusammenhängen. Ist aber dieser unmittelbare Zusammenhang auf irgend eine Weise, mittelst der Durchschneidung, ja selbst nur durch Zusammenschnüren oder starken Druck aufgehoben, so existirt die Function der Nerven für das Thier nicht mehr; Empfindung wie Bewegung sind beide gleich unmöglich.

Das in dem beschriebenen Versuche gewonnene Resultat ist indeß nicht so durchaus rein, als wir eben dargestellt haben. Die vordere Bewegungswurzel besitzt allerdings einige Empfindlichkeit, allein diese Empfindlichkeit zeigt sich um so größer, je weiter entfernt von dem Rückenmarke die Wurzel angegriffen wird, und genauere Versuche lehren, daß diese Empfindung der vorderen Wurzel von Fasern mitgetheilt wird, welche aus der hinteren Wurzel in die vordere zurücklaufen. Die empfindenden Fasern entspringen also auch hier aus der hinteren Wurzel, biegen aber nach einigem Verlaufe in dem Nervenstamme nach der vorderen Wurzel um, um sich durch dieselbe wieder nach dem Rückenmark hinzubegeben.

Die so eben angeführten Fundamentalversuche können uns außer der Belehrung über die Grundverschiedenheit derjenigen Nervenfasern, welche von dem Rückenmarke abgehen, auch noch mannigfaltige anderweitige Auskunft über Verhältnisse geben,

welche für das Verständniß der Function der Nerven von Wichtigkeit sind. Wir sahen, daß bei Reizung der Nervenfasern dieselben durch diejenige Aeußerung ihrer Functionen antworteten, welche ihnen auch im Leben zugetheilt ist und die von den Centralorganen bedingt wird. So lange die bewegende Wurzel mit dem Rückenmarke zusammenhängt, kann das Thier das Spiel der von ihr versorgten Muskeln willkürlich hervorrufen; in dem Augenblicke, wo dieser Zusammenhang aufgehoben wird, kann dieses Spiel nur durch anderweite äußere oder innere, dem Nervensysteme fremde Anreizungen hervorgebracht werden. Die Reize wirken also auf die Nervenfasern ganz in derselben Weise, wie die von dem Centralorgane ausgehenden Anregungen, und es wird uns dadurch ein bequemes Mittel an die Hand gegeben, die Functionen der Nerven auch dann noch zu erforschen, wenn sie von dem Centralorgane und den mannigfachen verwirrenden Erscheinungen, die in denselben Platz greifen, losgelöst sind.

Als Reize können aber, wie aus den mannigfaltigsten Versuchen hervorgeht, fast alle nur irgend denkbaren Veränderungen dienen. Chemische Reize, wie z. B. ätzende Alkalien, Säuren, sehr concentrirte Salzlösungen u. s. w., erregen meistens die Nerven, um sie nachher in ihrer Function gänzlich zu tödten, ja selbst Wasser wirkt auf sie ein und kann nach vorgängiger Reizung durch Quellung und Veränderung des Nerveninhaltes die Aufhebung der Functionen bedingen. Wärme wird empfunden, erregt also Reizung, während weit fortgeschrittene Grade von Wärme oder Kälte die Function ebenfalls tödten. Mächtiger wirken mechanische Reize und zwar um so mächtiger, je unmittelbarer und plötzlicher sie eingreifen; Druck im stärkeren Grade hemmt die Fortleitung; heftige Erschütterung wirkt reizend bis zum Starrkrampf, lähmt aber nachher; am mächtigsten endlich von allen Reizen wirkt die Electricität jeglicher Art und selbst dann noch, wenn alle übrigen Reize keine Wirkung mehr hervorbringen. Es ist uns unmöglich, hier genauer auf die verschiedenen gegenseitigen Beziehungen der Electricität und der Nerven einzugehen; wir wollen nur bemerken, daß der von einem unver-

kehrten Nerven besorgte Muskel stets zuckt, sobald die Kette eines schwachen electrischen Stromes, mag derselbe nun auf- oder absteigend sein, geschlossen wird; — daß indeß später, wenn der Nerv anfängt abzusterben, Zuckungen beim Schließen und Oeffnen der Kette entstehen und zuletzt in dem letzten Stadium der Erregbarkeit nur Oeffnungs- oder Schließungszuckungen sich zeigen, je nach der aufsteigenden oder absteigenden Richtung des Stromes. Eine allmälige Zunahme oder Abnahme des galvanischen Stromes bewirkt niemals Zuckungen; es gehört dazu eine plötzliche stärkere oder schwächere Unterbrechung oder Veränderung des Stromes. Hat man eine Einrichtung, wie z. B. das Neeff'sche Blitzrad oder eine Rotationsmaschine, wodurch in außerordentlich kurzer Zeit durch unabläßiges Schließen oder Oeffnen der Kette eine große Anzahl von Stößen ertheilt wird, so summiren sich bei den Bewegungsnerven die einzelnen Zuckungen zu einem förmlichen Starrkrampfe, zum Tetanus, bei den Empfindungsnerven die einzelnen Schmerzstöße zu einem anhaltend dauernden unerträglichen Schmerze. Schon mancher hat wohl bei befreundeten, launigen Physikern den Versuch gemacht, daß er in einer solchen Rotationsmaschine die Pole ergriff und sie nachher, trotz aller Schmerzen, nicht fahren lassen konnte, so lange seine Finger vom Starrkrampf um dieselben herumgebogen blieben, bis endlich das Aufhören der Maschinendrehungen ihn erlöste.

Die Reizversuche ergeben schon durch ihre Wirkung, daß die Nerven ein äußerst veränderliches Gebilde sind, dessen Function durch die verschiedensten Eingriffe sehr bald erlähmt werden kann. Alle Nerven werden nach einiger Zeit erschöpft in Beziehung auf den sie treffenden Reiz, so daß derselbe durchaus keine Reaction hervorzurufen mehr im Stande ist. Diese Erschöpfung dauert je nach dem Grade der Reizung und der Natur des Nerven verschieden lange. Nach Ablauf der Erschöpfungsperiode, wo offenbar durch die Ernährung der vor der Reizung bestandene Zustand wieder hergestellt ist, der Nerv also sich ausgeruht hat, wirkt der Reiz aufs Neue erregend ein. Es zeigen in dieser Beziehung die verschiedenen Nerven eine höchst verschiedene

Widerſtandsfähigkeit gegen die Erſchöpfung, indem dieſelbe bei den einen nur langſam, bei den andern aber, die man auch mit dem Namen der Hemmungsnerven bezeichnet hat, unverhältnißmäßig ſchnell eintritt. Ebenſo kann man ſich überzeugen, daß Nerven, welche für eine gewiſſe Art von Reiz erſchöpft ſind, noch für Reize anderer Art ihre Empfindlichkeit bewahrt haben, ſo wie endlich auch dieſe Empfänglichkeit eine an und für ſich verſchiedene iſt, was ſich namentlich bei den Empfindungsnerven klar herausſtellt, indem die einen nur geringen und dumpfen, die anderen aber ſehr lebhaften Schmerz hervorrufen. Wiſſen wir ja doch ſelbſt aus eigener Erfahrung, daß jede Art von Schmerz ihre ſpecifiſche Eigenthümlichkeit beſitzt, welche derjenige, der das Unglück gehabt hat, von Nervenſchmerzen verfolgt zu werden, vollkommen gut zu würdigen verſteht.

Kehren wir nach dieſer Ausſchweifung über die Reize wieder zu den ſpecifiſchen Eigenthümlichkeiten der Nerven zurück. Wir haben an dem Rückenmarke mit Sicherheit zwei Arten von ausgehenden Nervenfaſern gefunden, bewegende und empfindende; wir können ganz ähnliche Erfahrungen an den meiſten Hirnnerven machen, welche ebenfalls theils durch Schmerz, theils durch Bewegung einzelner Theile auf den Reiz antworten.

Die Reizung und Durchſchneidung der Sinnesnerven dagegen bewirkt durchaus verſchiedene Erſcheinungen. Die Durchſchneidung des Sehnerven, welche auch beim Menſchen zuweilen vorgenommen wird, wenn es ſich um Ausrottung eines krebſigen Auges handelt, iſt nicht ſchmerzhaft, ſie bewirkt keine Lähmung der Augenmuskeln; — im Momente der Durchſchneidung aber ſieht der Operirte eine hellglänzende Lichterſcheinung, ein Feuermeer, das plötzlich in dunkle Nacht verſinkt. Thiere, deren Sehnerven man iſolirt durchſchneidet, geben weder Schmerzensäußerungen, noch zeigen ſich die Bewegungen des Auges verändert, wohl aber iſt das Sehvermögen aufgehoben. Das Auge, deſſen Sehnerve zerſtört iſt, empfindet kein Licht mehr, man kann eine brennende Kerze demſelben nähern und mit dem Finger dagegen fahren, ohne daß die Augenlieder blinzeln, wie dies bei ſehenden

Augen geſchieht. Man hat ziemlich häufig Fälle beobachtet, wo der Sehnerve beim Menſchen krankhaft zerſtört, durch Geſchwülſte zuſammengedrückt war — ſtets zeigte ſich unheilbare Blindheit als Symptom einer ſolchen Entartung. Ein Gleiches zeigt ſich bei den übrigen Sinnesnerven. Nach Durchſchneidung, krankhafter Zerſtörung oder bei angeborenem Mangel der Geruchsnerven fehlt die ſpecifiſche Empfindung der Naſe; die unheilbare angeborene Taubheit der taubſtummen Kinder namentlich beruht oft auf Entartung oder Mangel der Hörnerven; die Taſt- und Schmerz-Empfindung in den drei Sinnesorganen iſt ebenſo wie die Bewegung an andere Nerven gebunden.

Wir können demnach unter den peripheriſchen Nervenfaſern, die vom Centralnervenſyſteme ausgehen, drei Klaſſen weſentlich verſchiedener Functionen unterſcheiden. Die einen vermitteln die Empfindungen, welche auf das allgemeine Gefühl einwirken, ihre Reizung bedingt ſtets einen gewiſſen Schmerz, der je nach dem Grade der Reizung ſich ſteigert, es ſind dies die ſenſiblen oder fühlenden Nervenfaſern.

Die anderen bedingen ebenfalls Empfindungen; — die Richtung ihrer Thätigkeit geht ebenfalls von der Peripherie nach dem Centrum; allein es ſind nur ſpecifiſche Empfindungen, durch beſondere Apparate vermittelt, welchen ſie zugänglich ſind: man nennt ſie die ſenſuellen oder Sinnesnerven.

Die dritte Klaſſe endlich bedingt die willkürlichen Bewegungen; ſie vermitteln die Zuſammenziehungen der Muskeln: es ſind die motoriſchen oder bewegenden Nervenfaſern.

Einer vierten Art von Nervenfaſern, der Gefäßnerven, die nirgends in iſolirten Wurzeln auftreten, wohl aber, mit Ausnahme der Sinnesnerven, vielleicht allen übrigen Nervenwurzeln in größerer oder geringerer Zahl beigemiſcht ſind, können wir erſt ſpäter gedenken. Es ſchließen ſich dieſe Faſern ſowohl durch ihre Function, indem ſie Zuſammenziehung der Gefäßwandungen vermitteln, als auch durch die Richtung ihrer Leitung den bewegenden Faſern an, ſind aber dadurch verſchieden, daß ſie dem Willen gänzlich entzogen ſind.

Die ſenſiblen wie die ſenſuellen Nervenfaſern ſtimmen hinſichtlich ihrer Function darin mit einander überein, daß ſie Empfindungen jeglicher Art von außen dem Gehirne zuleiten; die Taſtempfindung, Licht, Schall, Geruch und Geſchmack werden an einem gewiſſen Körpertheile aufgenommen und dem Centralorgane zugeleitet. Die Richtung der Thätigkeit dieſer Nerven geht deshalb von außen nach innen, von der Peripherie nach dem Centrum. Anders verhält es ſich mit den motoriſchen Nervenfaſern: dieſe nehmen keine Empfindungen auf; ſie vermitteln aber die Leitung des Willens vom Gehirne aus zu den Muskeln; durch ſie ſind wir Herren unſerer Bewegungen und befehlen gleichſam dieſer oder jener Muskelfaſer, ſich zuſammenzuziehen und ſo eine beſtimmte Bewegung auszuführen, die wir beabſichtigen. Die Thätigkeitsrichtung dieſer Nervenfaſern geht ſomit von Innen nach Außen: die Leitung in den bewegenden Nerven iſt centrifugal, die in den empfindenden Nerven centripetal.

Dieſe Anſicht geht auf die natürlichſte und einfachſte Weiſe als erſte Schlußfolgerung aus den Verſuchen und Beobachtungen hervor.

Auf die ausgezeichneten Unterſuchungen der Neuzeit über die electriſchen Eigenſchaften der Nerven, ſowie auf die mikroſkopiſchen Unterſuchungen geſtützt, hat man indeſſen geglaubt, dieſer Schlußfolgerung entgegen treten und an ihrer Statt annehmen zu müſſen, daß alle Nervenfaſern gleicher Natur ſeien, daß jede den Reiz nach beiden Seiten hin leite, daß aber die Verſchiedenheit der Wirkung theils von den Organen, in welchen ſie enden, theils von den Stellen der Centralorgane, in welchen ſie entſpringen, abhänge. In der That ſpricht für dieſe Anſicht namentlich der Umſtand, daß die bewegenden und empfindenden Faſern der gemiſchten Nerven (wozu die meiſten Körpernerven gehören) ſogleich beim Eintritte in die Centralorgane oder ſelbſt noch vor demſelben auseinander treten und an verſchiedenen Orten des Organes ihren Urſprung nehmen. Auf der anderen Seite aber gelingt es zwar außerordentlich leicht, durchſchnittene Nervenenden der-

ſelben Natur zuſammenzuheilen, während es bis jetzt trotz aller angewandten Mühe und Sorgfalt nicht gelungen iſt, reine Bewegungsnerven mit reinen Gefühlsnerven ſo zuſammenzuheilen, daß die Leitung in dieſen Bahnen ſich wieder hergeſtellt hätte. Wenn demnach auch nicht angenommen werden kann, daß die Nerven nur nach einer Richtung hinleiten, ſondern vielmehr aus vielen phyſikaliſchen Gründen behauptet werden muß, daß die Reizungsſchwingungen nach beiden Polen hin ſich fortſetzen, nach derjenigen Seite hin aber nicht zur Wirkung kommen können, wo kein entſprechendes Organ für die Aeußerung dieſer Wirkung vorhanden iſt, ſo darf man wohl auf der anderen Seite zu dem Schluſſe kommen, daß die bewegenden und empfindenden Nervenfaſern dennoch verſchiedener Natur ſind, dieſe Verſchiedenheiten aber mit den uns bis jetzt zu Gebote ſtehenden Mitteln noch nicht erkannt werden konnten.

Die Reſultate, welche aus den Verſuchen über die Nervenwurzeln hervorgehen, erhalten ſich für den ganzen Verlauf einer jeden einzelnen Primitivröhre. So wie eine jede derſelben während ihres ganzen Verlaufes anatomiſch vollkommen iſolirt iſt, ſo iſt ſie es auch in functioneller Hinſicht. Nur diejenigen Primitivröhren, welche von einem Reize getroffen werden, reagiren darauf in der ihnen eigenthümlichen Weiſe; — die übrigen, welche neben ihnen in demſelben Nervenbündel liegen, nehmen auf keine Weiſe an dieſer Reaction Antheil. Die Reaction bleibt aber auch dieſelbe, ob man nun die Primitivröhre an ihrem Austritte aus dem Rückenmark in der Wurzel, im Stamme oder in der Nähe ihres peripheriſchen Endes angreife. Die auf die Reizung erfolgende Reaction des Nerven in ſeiner eigenthümlichen Weiſe durch Schmerz, Sinnesempfindung oder Bewegung findet auf der ganzen Länge des Verlaufes in gleicher Weiſe ſtatt.

Jede Primitivröhre eines peripheriſchen Nerven bildet demnach eine in ſich iſolirte Leitungsröhre, die von ihrem Endbezirk bis zu ihrem Eintritte in das Centralorgan eine und dieſelbe Function beibehält.

Aus dieſer Iſolirung einer jeden einzelnen Primitivröhre in ihrem peripheriſchen Verlaufe läßt ſich zugleich durch phyſiologiſche Verſuche ermitteln, welches eigentlich die Verbreitungsbezirke jeder einzelnen Gruppe von Primitivröhren ſeien, die in einem Nervenbündel zuſammengefaßt ſich nicht mehr anatomiſch verfolgen laſſen. Viele Nerven entſtehen aus Geflechten, ſogenannten Plexus, die auf die Weiſe erzeugt werden, daß mehrere Nervenbündel ſich zu einem Stamme vereinigen, welcher ſpäter ſich aufs Neue verzweigt. Die Verfolgung des Weges, den die einzelnen Primitivröhren in dieſen Geflechten durch den Stamm hindurch bis in die Aeſte nehmen, iſt dann dadurch möglich, daß man aus der Reaction an verſchiedenen Stellen auf die Fortſetzung der Röhren in dem Zwiſchenraume ſchließt. Man hat auf dieſe Weiſe gefunden, daß der Weg mancher Faſern äußerſt complicirt iſt, und daß namentlich durch die Geflechte und die Ganglien des ſympathiſchen Nervenſyſtemes hindurch einzelne Primitivröhren oft einen Verbreitungsbezirk finden, den man ihnen ihrem Urſprunge nach nicht zutrauen ſollte. Die Unterſuchung des Verbreitungsbezirkes der einzelnen Nerven iſt demnach eine wichtige Aufgabe für die Phyſiologie, und die Feſtſtellung dieſes Verbreitungsbezirkes und damit auch der Wirkung des Nerven ſelbſt iſt nicht nur an ſich, ſondern auch in ihren Folgen für Medizin und Chirurgie äußerſt einflußreich. In phyſiologiſcher Hinſicht könnte es zwar am Ende ziemlich gleichgültig ſein, ob die Nervenfaſern, welche ein paar Muskeln des Fußes in Bewegung ſetzen oder das Gefühl eines Stückes Haut vermitteln, dieſem oder jenem Stamme ſich zugeſellen; — für den Arzt aber, der aus vorhandenen Schmerzen, aus abnormen Bewegungen, aus Lähmung einzelner Theile auf krankhafte Veränderungen zurückſchließen ſoll, die vielleicht an einer ganz anderen Stelle des Körpers ihren Sitz haben, iſt dieſer Gegenſtand von der höchſten Wichtigkeit. Nicht minder vergrößert ſich das Intereſſe an den Functionen der einzelnen Nerven für den Phyſiologen, wenn dieſe Verbreitungsbezirke auf ſolche Apparate fallen, welche zu den größeren Prozeſſen des Lebens, zu Athmung, Blutlauf, Verdauung eine

beſtimmte Beziehung haben. In dieſer Hinſicht ſind beſonders einige Hirnnerven intereſſant, von deren Functionen wir hier eine kurze Skizze geben wollen.

Der dreigetheilte Nerve oder das fünfte Hirnnervenpaar iſt, wie oben bemerkt wurde, ein gemiſchter Nerve, der aus zwei Wurzeln, einer großen, vorzugsweiſe empfindlichen, und einer kleinen, nur motoriſchen Wurzel entſpringt, welche die Kaubewegungen vermittelt. Ein großes Ganglion, der ſogenannte Gaſſer'ſche Knoten, iſt an der größeren ſenſitiven Wurzel ausgebildet, ſo daß die Structur des Nerven im Ganzen der eines Rückenmarksnerven ziemlich ähnlich ſieht. Mittelſt eines eigenen kleinen Inſtrumentes gelingt es bei Kaninchen und jungen Hunden, wo die Schädelwandungen nicht allzu feſt ſind, ziemlich leicht, ohne Verletzung anderer Theile den Nerven innerhalb der Schädelhöhle vollſtändig zu durchſchneiden und ſo ſeine Function gänzlich aufzuheben. Die Erſcheinungen, welche dieſer Operation folgen, ſtimmen gänzlich mit den Symptomen überein, welche ſich bei Menſchen fanden, deren dreigetheilter Nerve durch irgend eine Urſache gelähmt war. Der Nerve iſt vorzugsweiſe der Empfindungsnerve des Geſichtes und vielleicht der empfindlichſte aller Nerven des Körpers. Die Thiere ſchreien entſetzlich bei ſeiner Durchſchneidung, und wie bekannt gehören Zahnſchmerzen, ſo wie die eigenthümlichen Geſichtsſchmerzen, denen manche Kranke ausgeſetzt ſind, zu den furchtbarſten Qualen, die der Menſch erdulden kann. Nach der Durchſchneidung oder krankhaften Lähmung des Nerven iſt die ganze Hälfte des Vorderkopfes, zu welcher ſich der Nerv verzweigt, empfindungslos geworden. Die Stirn- und Wangenhaut, die innere Schleimhaut der Naſe und der ganzen Mundhöhle ſind durchaus unempfindlich. Man kann mit einer Nadel in die Wange, in die Zunge, in die Naſe ſtechen, ohne daß der Kranke die mindeſte Empfindung davon hat. Ja man kann mit der Nadel oder einem Stückchen Papier auf dem geöffneten Auge oder unter den Augenliedern herumkratzen, ohne daß der mindeſte Schmerz erzeugt wird. Dieſe Empfindungsloſigkeit hat mancherlei Erſcheinungen im Gefolge. Trinkt ein Kranker,

deſſen Nerv auf der einen Seite gelähmt iſt, ſo kömmt es ihm vor, als ob aus dem Glaſe auf der entſprechenden Seite ein Stück ausgebrochen ſei; kaut er, ſo ſcheint der Biſſen, welcher auf die empfindungsloſe Seite der Zunge und der Zähne kommt, aus dem Munde gefallen. Oft auch zerbeißt der Kranke ſeine Zunge auf der leidenden Seite, weil ihn keine Schmerzempfindung benachrichtigt, daß dieſelbe unter die Zähne gekommen ſei. Da zugleich die Kaumuskeln, welche von der kleinen Wurzel des dreigetheilten Nerven verſorgt werden, auf der entſprechenden Seite gelähmt ſind, ſo gewöhnt ſich der Kranke nach und nach, nur auf der geſunden Seite zu kauen, wo dann auch die Zähne mehr abgerieben werden und in Folge deſſen auf der empfindungsloſen Seite zuweilen ſeltſame Formen annehmen. Da der dreigetheilte Nerve auch eine Menge von Gefäßfaſern enthält, ſo zeigen ſich eine Menge von Erſcheinungen, welche von Lähmung derſelben in der entſprechenden Kopfhälfte zeugen. Die Gefäße erſchlaffen, erweitern ſich, füllen ſich mit Blut ſtrotzend an; es entſteht eine ſogenannte paſſive Injection, welche eine Veränderung der reichlicher gewordenen Abſonderung und eine große Reizbarkeit in den mit Blut überfüllten Organen im Gefolge führt. Am meiſten wirkt dies auf das Auge, ſo daß, wenn nicht alle äußere Reizung durch Staub, Berührung u. ſ. w. ſorgfältig vermieden wird (was namentlich bei Thieren um ſo ſchwieriger iſt, als die Empfindung, welche ſonſt von dem Daſein ſolcher Reize Kenntniß gibt, vollkommen aufgehoben iſt), das Auge ſich entzündet und zuletzt gänzlich durch Eiterung zerſtört wird.

Dem dreigetheilten Nerven gerade entgegengeſetzt iſt in ſeiner Wirkung der Antlitznerv oder das ſiebente Nervenpaar. Dieſer iſt der Bewegungsnerv des Geſichtes: er bedingt den mimiſchen Ausdruck, das die Empfindungen begleitende Mienenſpiel. Nach ſeiner Lähmung, die man zuweilen auf Univerſitäten in Folge einer richtig geführten ſteilen Quarte zu beobachten Gelegenheit hat, hängen die Muskeln der entſprechenden Seite ſchlaff herab, die Augenlieder müſſen mit den Fingern geöffnet werden, und aus dem gelähmten Mundwinkel fallen leicht Speiſen

und Getränke heraus. Dauert die Lähmung länger an, ſo wird allmählich das Geſicht auf die geſunde Seite gezogen, da die gelähmten Muskeln der kranken Seite nicht mehr denen der entgegengeſetzten Geſichtshälfte das Gleichgewicht halten. Außerdem enthält der Antlitznerve noch Gefäßfaſern für die beiden hauptſächlichſten Speicheldrüſen, nämlich die Ohrdrüſe und die Unterkieferdrüſe, ſodaß bei ſeiner Zerſtörung hoch oben im Schädel die Speichelabſonderung aufhört.

Eines der merkwürdigſten Nervenpaare hinſichtlich ſeiner Vertheilung im Körper iſt das zehnte oder herumſchweifende Paar. Es entſpringt weit hinten an dem verlängerten Marke, mit einer Menge von Faſern, die großen Theils fühlend und nur ſehr wenig motoriſch ſind. Gleich nach ſeinem Urſprung aber nimmt es den größten Theil der Faſern des faſt rein motoriſchen elften Paares, des Beinerven, auf, und läuft nun an dem Halſe zur Seite der großen Halsſchlagader herab. Der äußere Gehörgang, ein Theil des weichen Gaumens, der Schlundkopf, Schlund und Magen, Kehlkopf, Luftröhre, Lungen und Herz werden nun von den Zweigen der ſo vereinigten Nerven verſehen, und ſomit ſtehen auch die Functionen der Ernährung und Verdauung, der Athmung und des Kreislaufes, welche zum Theil an die genannten Organe gebunden ſind, mit dem herumſchweifenden Nerven in nächſtem Zuſammenhange. Durch ſeine Verbindung mit dem Beinerven iſt der herumſchweifende Nerv zugleich ein gemiſchter geworden, und ſteht nun in weſentlicher Beziehung zu den Bewegungen und den Gefäßen ſowohl, als auch zu den Empfindungen.

Die Durchſchneidung des herumſchweifenden Nerven iſt bei Hunden und Katzen ungemein ſchmerzhaft; die Thiere ſchreien laut auf, ſind aber hernach unempfindlich an den von ihm verſorgten Theilen. Bei Kaninchen iſt die Empfindlichkeit weit geringer. Kitzeln des Kehlkopfes, der inneren Fläche der Luftröhre, was ſonſt Huſten hervorbringt, hat keine Wirkung. Der untere Theil der Speiſeröhre iſt gelähmt; durch Niederſchlucken bringen die Thiere Speiſen und Flüſſigkeiten bis etwa in die halbe Länge

des Schlundes, wo ſie liegen bleiben, den gelähmten Schlund ausdehnen und endlich durch Erbrechen wieder herauf befördert werden. Man ſieht operirte Hunde Tage lang ſich abquälen, indem ſie das Erbrochene ſtets wieder auffreſſen, hinabſchlucken und von Neuem erbrechen. Hat man eine künſtliche Magenöffnung vorher gemacht, ſo daß man in dieſes Organ hineinſchauen kann, ſo findet man, daß die Magenbewegungen nicht verändert ſind, daß dagegen die Abſonderung des Magenſaftes längere Zeit nach der Durchſchneidung des herumſchweifenden Nerven deshalb geringer wird, weil gar keine Flüſſigkeit zum Erſatz der Abſonderungen in das Blut gelangt. Spritzt man Waſſer in den Magen, ſo wird dieſes vollkommen aufgeſaugt und gleich darauf ſtellt ſich die Abſonderung des Magenſaftes und die Verdauung in normaler Weiſe ein. Die Erſcheinungen, welche man nach der Durchſchneidung der herumſchweifenden Nerven an dem Magen beobachtet, hängen deshalb weder von dem Aufhören der Magenbewegungen, noch von dem Aufhören der Magenſaftabſonderung und einer dadurch bedingten Verdauungsſtörung ab: ſie ſind zuerſt Folge der ſchweren, lebensgefährlichen Operation und dann auch Folge des gehinderten Einſtrömens von Flüſſigkeit in den Magen und deshalb auch ganz den Erſcheinungen ähnlich, die man bei längerem Durſten beobachtet. Die Bewegungen des Herzens werden zitternd, unregelmäßig und nehmen bedeutend an Zahl zu. Indeß iſt der Einfluß der Durchſchneidung auf die Herzbewegungen nicht ſo bedeutend, daß man hierin allein die weſentliche Urſache zur Veränderung des Geſundheitszuſtandes finden könnte. Der Einfluß auf die Athemwerkzeuge wirkt nicht minder zu den allgemeinen Krankheitserſcheinungen, Fieber, Sinken der Wärme, Abmagerung und endlichen Tod mit. Die Zahl der Athemzüge wird bedeutend geringer; eine bedeutende Athemnoth wird ſichtbar; die Einathmung geſchieht tief und langſam, die Ausathmung ſchnell und ſtoßweiſe. Es hängen dieſe Erſcheinungen von verſchiedenen Umſtänden ab. So wie die Empfindungen des Kehlkopfes vernichtet ſind nach Durchſchneidung des herumſchweifenden Nerven, ſo zeigen ſich auch die

für die Athmung ſo wichtigen Bewegungen des Kehlkopfes aufgehoben. Die Stimmbänder, welche die Stimmritze öffnen und ſchließen, fallen zuſammen und werden bei der Einathmung durch den Druck der einſtrömenden Luft zugedrückt, wie die Klappen eines Ventiles; das Thier iſt ſtimmlos, es ſucht vergebens zu ſchreien; die Stimme verſagt gänzlich; nur mittelſt tiefer heftiger Einathmungen kann es etwas Luft durch die zugeklappte Stimmritze preſſen; allein die Athemnoth wird ſtets größer und größer, und wenn man nicht durch Eröffnung der Luftröhre unterhalb des Kehlkopfes der Luft Zutritt geſtattet, ſo ſtirbt das Thier, wenn es jünger iſt, unausbleiblich an Erſtickung. Allein auch wenn man eine künſtliche Luftröhrenöffnung unter dem Kehlkopfe anlegt und in Folge deſſen das Thier länger am Leben bleibt, ſinken die Athemzüge bedeutend an Zahl, ſie ſind tief und mühevoll und man bemerkt, daß die ſo veränderten Athembewegungen dem Reſpirationsbedürfniß nicht Genüge thun.

Bei älteren Thieren ſind die Kehlkopf-Erſcheinungen nicht ſo bedeutend; bei ihnen bleibt beſtändig der hintere Theil der Stimmritze noch offen, ſo daß der Luftzutritt zwar beſchränkt, aber nicht gänzlich aufgehoben wird. Jüngere Thiere dagegen, bei welchen dieſer Unterſchied zwiſchen dem ſtets offen bleibenden hinteren Theile, der ſogenannten Athemritze, und der durch die Stimmbänder ſich gänzlich ſchließenden vorderen eigentlichen Stimmritze nicht exiſtirt und die ganze Stimmritze durch Lähmung ſich ſchließt, ſterben ſehr bald an Erſtickung. Leben die Thiere länger, ſo entwickelt ſich eine eigenthümliche Lungenkrankheit, die offenbar daher rührt, daß die Gefäßnerven der Lunge in den herumſchweifenden Nerven großentheils enthalten und mit ihnen durchſchnitten worden ſind. Die feinen Lungengefäße erweitern ſich, ſtrotzen von Blut, ſondern wäſſerigen Schleim ab, der die Luftgänge verſtopft und das Lungengewebe waſſerſüchtig anſchwellt — die Luftbläschen werden unwegſam, ſtellenweiſe über Gebühr aufgeblaſen; das Blut ſtockt und gerinnt in den Lungen. Zu dieſer ſtets vorhandenen Entartung, bei welcher begreiflicher Weiſe der Athemprozeß nur ſehr mangelhaft von ſtatten geht,

gesellen sich dann noch häufig partielle Entzündungen der Lunge, und oft kann man nachweisen, daß diese Entzündungen offenbar von den eingedrungenen fremden Körpern herrühren und so den Tod beschleunigt haben. Allein die Thiere gehen auch zu Grunde, wenn man die Luftröhre öffnet und durch Einführung einer nach außen hervorstehenden Röhre das Eindringen fremder Körper in die Luftwege verhindert. In diesem Falle fehlen auch die erwähnten Entzündungserscheinungen in der Lunge, und dennoch sterben die Thiere an der erwähnten Entartung aus Blutfülle der Lungen. Zwar hat man aus diesen Erscheinungen den Schluß ableiten wollen : der herumschweifende Nerve wirke direct auf den Chemismus der Athmung ein, allein die aus der Stockung des Blutes in den gelähmten Gefäßen hervorgehende Lungenentartung genügt vollständig zur Erklärung aller krankhaften Erscheinungen und des endlichen Todes.

Während sich in dem herumschweifenden Nerven ein Beispiel darbietet, wie die mannichfachsten Functionen verschiedener Theile, Empfindung und Bewegung in einen einzigen Stamm zusammengefaßt werden können, zeigt im Gegentheile der Nervenapparat der Zunge, des Gaumens und Schlundkopfes eine Zersplitterung der einzelnen Functionen, die um so lehrreicher ist, als die Functionen selbst in hohem Grade entwickelt sind. Die Zunge ist eines der beweglichsten Organe des Körpers; die Feinheit des Gefühles in der Zungenspitze namentlich ist größer als an allen übrigen Theilen; die vorderen und hinteren Theile der Zunge endlich sind der Sitz einer specifischen Empfindung : des Geschmackes, der auch im Rachen und dem Anfange des Schlundkopfes sich verbreitet zeigt. Jede dieser Functionen ist an bestimmte Nerven gebunden : die Bewegung an den Zungenfleischnerv, den letzten der Gehirnnerven; die Empfindung an einen besonderen Ast des fünften Paares oder des dreigetheilten Nerven; die Geschmacksempfindung an diesen empfindenden Zungenast des fünften Paares und an das neunte Nervenpaar, den Zungenschlundkopfnerven oder Glossopharyngeus. Die Durchschneidung der Zungenfleischnerven lähmt alle Be-

wegungen der Zunge; dieſe hängt ſchlaff aus dem Munde hervor, kommt bei jeder Kaubewegung zwiſchen die Zähne und wird von dieſen zerfleiſcht, ohne daß das Thier ſie zurückziehen könnte; die Verwundungen der Zunge ſind deshalb nicht minder ſchmerzhaft für daſſelbe, jeder Nadelſtich erregt Schmerz, und indem das Thier ſeine gelähmte Zunge zerbeißt, heult es laut vor Schmerz. Nach der Durchſchneidung der Zungenäſte des fünften Paares iſt vollſtändige Unempfindlichkeit eingetreten. Man kann das ſonſt ſo empfindliche Organ mit einer glühenden Nadel durchſtoßen, ohne daß die Thiere es fühlen; die Nahrungsmittel, welche auf der Zunge liegen, bleiben unbemerkt. Die Bewegungen der Zunge ſind in voller Integrität vorhanden, ebenſo die Geſchmacksempfindungen. Berührung der Zunge mit bitteren Subſtanzen ruft die heftigſten Bewegungen des Abſcheus und Ekels hervor, und daſſelbe Thier, dem man die Zunge zerfleiſchen kann, ohne daß es Schmerz empfindet, duldet nicht die Berührung mit einem in bittere Coloquintentinktur getauchten Stäbchen. Der Geſchmack iſt in dem vorderen Dritttheile der Zunge durchaus verſchwunden, ſodaß man dieſes allerdings mit ſchlechtſchmeckenden Subſtanzen aller Art berühren kann, ohne daß dagegen ein Widerwillen gezeigt wird. Die Durchſchneidung der Zungenſchlundkopfnerven endlich bedingt den Verluſt des Geſchmackes in den hinteren zwei Dritttheilen der Zunge und dem Rachen. Das Thier bewegt die Zunge nach wie vor, es empfindet mit derſelben Schärfe jede mechaniſche Berührung, jeden chemiſchen Reiz; es frißt aber in bittere Subſtanzen getauchtes Fleiſch, es ſäuft Coloquintentinktur, wie wenn man ihm reines Waſſer vorgeſtellt hätte, während unmittelbar vor der Operation es den größten Abſcheu davor zu erkennen gab.

Genaue Verſuche ſcheinen alſo zu beweiſen, daß zwar beide Nerven Geſchmacksempfindung beſitzen, daß aber dieſelbe verſchiedener Art iſt, indem der Zungenaſt des fünftes Paares hauptſächlich für ſauere, der Zungenſchlundkopfnerv dagegen hauptſächlich für bittere Subſtanzen Geſchmacksempfindung beſitzt.

Hieraus, ſowie aus der außerordentlich geſteigerten Empfin-

dung der Zungenſpitze gegen Taſteindrücke jeder Art laſſen ſich denn auch die verſchiedenen Erklärungen rechtfertigen, welche man hinſichtlich der Reſultate dieſer Verſuche an der Zunge aufgeſtellt hat. Indem nämlich die Einen dem Zungenaſte des fünften Paares, wie wir hier thuen, wirkliche Geſchmacksempfindung zuſchreiben, erkennen die Anderen in den unläugbaren Empfindungen dieſes Nerven nur eine Verfeinerung und Potenzirung der gewöhnlichen Taſtempfindungen.

In der That hängt die Entſcheidung dieſer Frage mehr von theoretiſchen, als von thatſächlichen Geſichtspunkten und namentlich von der Art ab, wie man die Begriffe der Sinnesempfindungen überhaupt abgrenzt. Wir haben oben eine Klaſſe von Primitivfaſern als fühlende (ſenſible) abgeſchieden, deren allgemeine Eigenſchaft darin beſteht, daß ſie auf jede tiefer eingreifende Reizung durch Schmerz reagiren. Es wäre aber thöricht, wenn man behaupten wollte, dieſe ſenſiblen Nervenfaſern ſeien nun durchaus einander ſo gleich, daß, abgeſehen von der Localiſation ihrer Thätigkeit, man keinen anderen Unterſchied zwiſchen ihnen entdecken könnte. Das Wolluſtgefühl iſt nicht gleich mit dem Taſtgefühl der Finger; Schmerz- und Taſt-Empfindung ſind ſogar, wie wir ſpäter ſehen werden, ſo ſehr verſchieden, daß ſie an verſchiedene Faſern des Rückenmarkes gebunden erſcheinen; der dumpfe Schmerz, den Knochenverletzungen mit ſich führen, der entmannende Schmerz, welcher Nervenwunden der Genitalien begleitet, ſind nicht gleich mit dem Schmerze, den man im Zahne oder in der Wange leidet. Die Qualität der Reaction iſt mithin in jeder Nervenfaſer eine eigenthümliche, und die Qualität der Empfindung, welche ſie beſitzt, iſt nicht minder eigenthümlich. Wir werden bei genauerer Betrachtung des Taſtgefühles und der Sinnesempfindungen ſehen, daß auch die Quantität der Reaction wie der Empfindung weſentlich verſchieden iſt in den verſchiedenen Primitivfaſern, und daß ſomit ein weiter Spielraum für Modification der durch ſie bedingten Erſcheinungen übrig bleibt.

Halten wir nun an dem Grundſatze feſt, nur diejenigen Nerven ſpecifiſche Sinnesnerven zu nennen, welche auf Ver-

letzung nicht durch Schmerz, ſondern durch eine andere ſpecifiſche Empfindung reagiren, ſo iſt der Zungenaſt des fünften Nervenpaares wohl kein Sinnesnerv. Seine Durchſchneidung iſt äußerſt ſchmerzhaft; ſeine Lähmung, die man beim Menſchen ſchon öfter beobachtet hat, bedingt Aufhebung des Gefühles. Die anerkannten Sinnesnerven aber ſind nie ſchmerzhaft. Man hat den Geruchsnerven, den Sehnerven, den Hörnerven unzählige Male bei Thieren durchſchnitten, ohne die mindeſte Schmerzesäußerung zu ſehen; man hat den Sehnerven häufig bei Ausrottung des Augapfels durchſchnitten und man weiß, daß die Operirten im Augenblicke der Durchſchneidung ein Feuermeer zu ſehen glaubten, aber keinen Schmerz empfanden; daß bei Reizung des Nervenſtumpfes beim Verbande oder durch Entzündungen Lichterſcheinungen auftraten, aber keine Schmerzempfindung. Man hat noch nicht gehört, daß bei Reizungen des Zungenaſtes vom fünften Paare Geſchmacksempfindungen als Reaction verſpürt worden wären.

Die Empfindungen des Sauren und Salzigen an der Zungenſpitze können indeß in der That nicht geläugnet werden, wenn man auch vielleicht die Erkenntniß dieſer Geſchmäcke zu hoch angeſchlagen hat. Es iſt wahrlich unmöglich, mit geſchloſſenen Augen bei herausgeſtreckter Zungenſpitze und Betupfen derſelben mit Salz oder Zuckerlöſung den Geſchmack beider zu unterſcheiden: beide erregen eine gewiſſe Empfindung, die man nicht genau zu bezeichnen weiß, die auch in etwas verſchieden iſt; aber dennoch nicht ſo ſehr verſchieden ſich zeigt, als es der Geſchmack der genannten Körper iſt. Bedenkt man nun, daß die Zungenſpitze der empfindlichſte Theil des menſchlichen Körpers iſt, ſo löſt ſich dieſe Erſcheinung auf die befriedigendſte Weiſe. Das Taſtgefühl unſerer Finger läßt uns ſehr wohl unterſcheiden, ob wir in Waſſer oder in Oel greifen, während uns am Rücken dieſe Unterſcheidung unmöglich iſt; Taſteindrücke, die für einen Ungeübten ununterſcheidbar ſind, werden von einem Geübten noch ſehr wohl in ihrer Verſchiedenheit aufgefaßt. Ein Blinder, welcher den fehlenden Sinn theilweiſe durch Uebung ſeines Taſtſinnes zu erſetzen ſucht, kann es unglaublich weit in dieſer Ver-

feinerung seines Tastgefühles bringen. Die Zungenspitze verhält sich aber zu dem Finger etwa wie der Finger des geübten Blinden zu demjenigen des ungeübten Sehenden. Wo unser Finger keinen Unterschied mehr tastet, da fühlt ihn die Zungenspitze noch heraus, und was wir so als Geschmacksempfindung der Zungenspitze bezeichnen, ist nur eine verfeinerte Tastempfindung, die sich aber bald mit der Geschmacksempfindung mischt und deshalb mit derselben zusammengeworfen wird. Bei anderen Sinnen ist man schon längst über diese unwillkürlichen Verwechslungen im Klaren; Jedermann legt dem flüchtigen Salmiakgeist z. B. einen stechenden Geruch bei, während man bei genauerer Analyse findet, daß dieses Stechen nur eine Tastempfindung ist, bedingt durch die Anätzung der Schleimhaut mittelst des caustischen Ammoniaks. Salzige, saure Substanzen, Lösungen von verschiedenem Concentrationsgrad, die einen endosmotischen Strom auf der Zunge erregen, bedingen eine eigenthümliche Tastempfindung, die dann mit der später erfolgenden Sinnesempfindung zusammengeworfen wird.

So die Schlußfolgerung derjenigen, welche in den Geschmacksempfindungen des fünften Paares nicht eigentlichen Geschmack, sondern nur gesteigerte Tastempfindung erblicken wollen.

Wir haben in den vorstehenden Zeilen die directen Einflüsse und Reactionen derjenigen Nerven untersucht, welche von den Centralorganen, Hirn und Rückenmark, entspringen; es wird nicht unwichtig sein, auch auf einige indirecte Folgen der Aufhebung des Nerveneinflusses einzugehen, welche theilweise mit anderen Functionen in Zusammenhang stehen.

Nach der Durchschneidung des fünften Nervenpaares, die man am besten mittelst eines eigenen Instrumentes bei Kaninchen in der Schädelhöhle vornimmt, sahen wir vielfache Veränderungen in den Ernährungserscheinungen des Antlitzes und namentlich des Auges eintreten, die wir wesentlich auf die Durchschneidung der Gefäßnerven bezogen, welche in dem dreigetheilten Nerven ihre Bahn haben. In Folge dieser Durchschneidung sahen wir Blutüberfüllung in allen Theilen, die von dem Nerven

verſorgt werden, reichlichere Abſonderungen, Geneigtheit zu Entzündungen, die bis zur Auseiterung des Augapfels, zu Blutungen und Geſchwüren im Munde und auf der Backe fortſchreiten können.

Die Verletzung anderer Hirnnerven liefert ähnliche Reſultate und berechtigt zu dem Schluſſe, daß auch in dieſen Gefäßnerven verlaufen.

Die Störungen der Ernährungserſcheinungen, welche man nach Durchſchneidung der betreffenden Rückenmarksnerven, an gelähmten Gliedern z. B., beobachtet, ſind zwar ziemlich conſtant, doch nicht über alle Zweifel erhaben. Zwar beobachtet man häufig an Fröſchen, daß nach der Durchſchneidung der Hüftnerven der gelähmte Schenkel nicht nur abmagert, ſondern daß auch die Oberhaut ſich abſtößt, Schimmel ſich auf der Oberfläche des Gliedes erzeugt, und ſelbſt brandige Zerſtörung eintritt; in anderen Fällen fehlen aber dieſe Erſcheinungen ganz, oder ſtellen ſich auch, je nach der Behandlung und anderen noch weniger gekannten Einflüſſen, bei geſunden Fröſchen ein. Säugethiere, denen man den Hüftnerven durchſchnitten und ſo das Bein gelähmt hat, laufen ſich den Fuß auf und erzeugen dadurch Geſchwüre, die oft bis auf den Knochen greifen : die Haare reiben ſich ab, die Nägel entarten häufig, das ganze Glied erſcheint welk und abgemagert.

Aehnliche Erſcheinungen hat man zuweilen auch bei gelähmten Gliedern von Menſchen beobachtet. Nicht ſelten iſt die Durchſchneidung ganzer Nervenſtämme bei Ausrottung von Geſchwülſten unvermeidlich. Man hat in ſolchen Fällen an dem gelähmten Fuße Geſchwürsbildungen und ſpäter zuweilen ſogar Verkrümmung und Klumpfußbildung beobachtet. Auch ſind die Fälle nicht ſelten, wo das Rückgrat gebrochen und das Rückenmark an der Bruchſtelle zerquetſcht wird, ſo daß die unteren Extremitäten in Empfindung und Bewegung gelähmt werden. Iſt der Bruch tief unten geſchehen, ſo daß die Athembewegungen nicht beeinträchtigt ſind, ſo kann die Verletzung, der Knochenbruch, geheilt und der Kranke am Leben erhalten, nicht

aber von den Folgen der Rückenmarksverletzung befreit werden. Solche Unglückliche fühlen meist Kälte an den bewegungs- und empfindungslosen Extremitäten, wenn diese nicht sehr sorgfältig eingewickelt und künstlich gewärmt werden; die Haut wird borstig, schlaff, das bloße anhaltende Liegen auf einer und derselben Seite bedingt schon, wie jede andere noch so kleine Verletzung, bösartige fressende Geschwüre, die fast nicht zum Heilen zu bringen sind — die ganze Constitution der gelähmten Glieder hat nicht mehr die frühere Widerstandskraft gegen schädliche Einflüsse. Wahrscheinlich hängt das Fehlen oder die Geringfügigkeit solcher krankhaften Veränderungen bei einzelnen Individuen damit zusammen, daß gar keine oder nur wenige Gefäßnerven innerhalb der verwundeten Stämme ihre Bahn besitzen.

Dem sympathischen Nervensysteme wurde besonders von jeher der wesentlichste Einfluß auf das vegetative Leben überhaupt zugeschrieben. Hier häufen sich aber die Schwierigkeiten der experimentellen Untersuchung in weit bedeutenderem Maße, als bei den aus Hirn und Rückenmark entspringenden Nerven. Das Gewirr der Nervengeflechte, die häufige Einschaltung von Knoten und Ganglien, die Zersplitterung in feine Zweige, die nur mit größter Mühe verfolgt werden können, die tiefe Lage zwischen Eingeweiden und Blutgefäßen, die Unkenntniß des Verlaufes der einzelnen Primitivröhren : alle diese Verhältnisse zusammengenommen stellen den Versuchen an lebenden Thieren, die einzig maßgebend sein können, so bedeutende Schwierigkeiten entgegen, daß noch jetzt dieselben nur zum geringen Theile überwunden sind.

Von den Ganglien müssen wir vor der Hand noch gänzlich absehen. Wir wissen, daß in ihnen neue Fasern entspringen — daß andere nur durch sie hindurchgehen, um häufig ablenkenden Bahnen zu folgen. Wir wissen auch, daß die in ihnen enthaltenen Fasern durchaus die Isolirung ihrer Leitung behalten; daß wir nicht berechtigt sind, ähnliche Mittheilungen und Reflexe innerhalb ihrer Substanz anzunehmen, wie wir dieselben später von Hirn und Rückenmark kennen lernen werden. Außer diesen großentheils negativen Resultaten haben wir keine positive, durch Ver-

ſuche erhärtete Kenntniſſe über die Thätigkeit der ſo zahlreichen Ganglien des ſympathiſchen Syſtemes.

Nichts deſto weniger iſt die Frage über die Thätigkeit und Beſonderheit des ſympathiſchen Nervenſyſtemes von großer Wichtigkeit. Früher glaubte man freilich eine vollſtändige Verſchiedenheit der Functionen annehmen zu können. Man hielt die Organe, zu welchen ſich die Nervenfaſern des ſympathiſchen Syſtemes begeben, für vollkommen unempfindlich. Man wußte, daß ihre Bewegung dem Willen entzogen ſei, allein man vergaß, daß hinſichtlich der Empfindlichkeit nur der Grad einen Unterſchied machte. Ein Stäubchen, welches zwiſchen den Augenliedern die heftigſten Schmerzen und Thränenfluß verurſacht, erregt auf der Haut keine Empfindung. Ein leiſer Eingriff auf den Darmkanal wird ebenfalls nicht empfunden, weil eben hinſichtlich des Grades der Empfindlichkeit ein ähnlicher Unterſchied zwiſchen dem Darme und der Haut ſtattfindet, wie zwiſchen dieſer und den Augenliedern. Stärkere Eingriffe und länger andauernde Reize erregen allerdings deutliche Schmerzempfindungen in den von dem ſympathiſchen Nervenſyſtem verſorgten Theilen, und in krankhaften Zuſtänden, wie z. B. in Entzündungen, können ſich dieſe Empfindungen bis zur furchtbarſten Höhe ſteigern. Wenn alſo ein Unterſchied ſtattfindet, ſo beruht er einestheils in der Beſchaffenheit des Organes, an welchem die Nerven ſich verzweigen, anderentheils in der Schnelligkeit der Leitung, die allerdings in dem ſympathiſchen Nervenſyſteme nicht ſo groß zu ſein ſcheint und endlich in der Stumpfheit und Geringfügigkeit der gewöhnlichen Eindrücke. Aehnlich verhält es ſich auch mit den Bewegungen der inneren Organe. Sie ſind ſicher dem directen Willen entzogen, und wenn man die zu ihnen gehenden ſympathiſchen Nerven reizt, ſo folgt die Bewegung zwar nicht augenblicklich, wie in den willkürlichen Muskeln, aber die Verſchiedenheiten ſind in dieſer Beziehung auch zwiſchen den einzelnen willkürlichen Muskeln ſo groß, daß ſich keine ſcharfe Grenze zwiſchen ihnen und den unwillkürlichen ziehen läßt.

Die eigenthümliche Umſpinnung der Blutgefäße durch Fäden

des ſympathiſchen Nervenſyſtemes deutet auf einen näheren Zuſammenhang deſſelben mit der Circulation hin. Ganz gewiß verlaufen in ſeinen Geflechten zahlreiche Gefäßnerven. Doch iſt dies nicht eine Beſonderheit, denn wie wir ſahen, finden ſich auch Gefäßfaſern in Hirn- und Rückenmarksnerven. Die ſympathiſchen Nerven ſtehen alſo in Beziehung zu den Gefäßen, zu dem Kreislauf, durch die von ihnen bedingte Erweiterung und Verengerung der feinen Gefäße zu der Vertheilung des Blutes, zur Abſonderung und Auffaugung. Daß aber dieſe Beziehung nicht in einer directen Wechſelwirkung zwiſchen Blut und Nerveninhalt beſtehen könne, braucht nicht weiter bewieſen zu werden; daß der Chemismus der Ernährung und Abſonderung dadurch direct nicht betheiligt werden könne, iſt alſo mehr als gewiß. Die Verſuche, welche dieſen directen Einfluß beweiſen ſollten, ſind auf ihren Unwerth zurückgeführt worden.

Ein indirecter Einfluß des ſympathiſchen Nervenſyſtemes aber auf die mit der Ernährung in Verbindung ſtehenden Prozeſſe in der oben angegebenen Weiſe kann gewiß nicht geläugnet werden, zumal da neuere Verſuche einen weiteren Blick in dieſes Gebiet geſtatten. Schneidet man bei einem Thiere den Grenzſtrang am Halſe auf der einen Seite durch, ſo fangen augenblicklich die Schlagadern der entſprechenden Kopfhälfte ſtärker an zu ſchlagen, das Auge wird glänzender, die Wangenhaut praller, die durchſichtigen Theile röther und wärmer. Dieſe Wärmeerhöhung läßt ſich nicht nur mit der Hand fühlen, auch das Thermometer zeigt ſie an, indem es in dem äußeren Gehörgange oder der Naſenhöhle der operirten Kopfhälfte um drei oder vier Grade des 100theiligen Thermometers höher ſteigt, als in der anderen geſunden Hälfte. Die ſtürmiſchen Circulationserſcheinungen verſchwinden nach einiger Zeit; der Wärmeunterſchied aber läßt ſich ſelbſt noch Monate lang nach der Operation wahrnehmen, und offenbar deutet er auf einen tieferen Einfluß des durchſchnittenen Nerven auf die Ernährung hin, durch deſſen Lähmung die Gefäße erweitert und mit Blut erfüllt wurden. Einer der feinſten Beobachter der Neuzeit, deſſen Selbſtbeobachtung ich aus eigener

Erfahrung bis in die kleinſten Einzelheiten beſtätigen kann, hat dieſe Erſcheinungen mit vollem Glück zur Erklärung des halbſeitigen Kopfwehs, der Migräne, benutzt. Während des Anfalls, wo die leidende Seite bleich und verfallen, das Auge klein, die Pupille erweitert iſt, beſteht Reizung des Halstheiles des ſympathiſchen Nerven, krampfhafte Zuſammenziehung der Gefäße — nach dem Anfalle röthet ſich die Haut, die Augen brennen, Stirn und Wange werden heiß — die Reizung der Nerven hat nachgelaſſen, die Gefäße haben ſich erweitert, ihr Starrkrampf iſt geſchwunden.

Ueber die Einflüſſe des ſympathiſchen Nerven auf die verſchiedenen unwillkürlich beweglichen Organe beſitzt man vielerlei werthvolle Thatſachen. Die Geflechte und Knoten, welche den unteren Theilen der Wirbelſäule, dem Lenden- und Heiligbein entſprechen, ſtehen den Bewegungen des unteren Theiles des Darmes, der Harnwerkzeuge und Geſchlechtstheile vor. Das Sonnengeflecht vermittelt die Zuſammenziehungen des Dünndarmes; der Bruſttheil des Grenzſtranges und ſeiner Eingeweideäſte diejenigen des Magens und Zwölffingerdarmes; der Halstheil, deſſen Beziehung zu den Gefäßen des Kopfes wir eben kennen lernten, übt außerdem ſeinen Einfluß auf das Herz und die Pupille des Auges. Alle dieſe Ergebniſſe der Unterſuchung ſind aber mehr oder weniger von Nebenumſtänden abhängig, die beſonders aus der mannigfachen Verkettung der Ganglien und der Geflechte, ſowie aus der Eigenthümlichkeit der Bewegungen ſelbſt hervorgehen, indem dieſe nicht augenblicklich, ſondern erſt geraume Zeit nach der Reizung ſich einſtellen und oft von einem Organe zum anderen ſich ohne genauer nachweisbare Urſache fortpflanzen. Die meiſten Schwierigkeiten haben in dieſer Beziehung die Pupille und das Herz gemacht, indem hier der Nerveneinfluß ſtets ein combinirter iſt, der von verſchiedenen Nerven abhängt.

Man kann ſich durch die einfachſte Beobachtung überzeugen, daß das Schwarze im Auge, das Sehloch oder die Pupille, je nach der Menge von Licht, welche in das Auge einſtrömt, ſeinen Durchmeſſer durch Zuſammenziehung der Regenbogenhaut

ändert. Bei größerer Lichtmenge zieht ſich dieſe ſtärker zuſammen, in der Dunkelheit dehnt ſie ſich weiter aus. Wir werden die Urſachen, aus denen dieſe Bewegungen in Folge des Lichtreizes entſpringen, ſpäter unterſuchen. Hier kommt es darauf an, zu entſcheiden, durch welche Nervenbahnen der Einfluß auf die Pupille ſtattfindet. Da hat es ſich denn gezeigt, daß hier eine ähnliche Zerſplitterung ſtattfindet, wie bei der Zunge, und daß die Erweiterung nicht eine paſſive, durch Nachlaß der Zuſammenziehung bedingte ſei, ſondern eine active, durch eine andere Nervenbahn vermittelte. Die Schmerzempfindung der Regenbogenhaut bei Berührung wird durch das fünfte Nervenpaar geleitet; die Verengerung wird durch den gemeinſchaftlichen Augenmuskelnerv, die Erweiterung dagegen durch den ſympathiſchen Nerven bewirkt. Dieſe Zerſplitterung iſt um ſo auffallender, als alle dieſe verſchiedenen Nervenbahnen in einem einzigen Knoten, dem ſogenannten Ciliarganglion, zuſammenlaufen, von welchem aus die Nervenäſte in die Regenbogenhaut dringen. Der Ciliarknoten hat ſtets drei Wurzeln — vom dreigetheilten, vom Augenmuskel- und vom ſympathiſchen Nerven je eine, und jede dieſer Wurzeln hat eine durchaus verſchiedene Function. Reizt man den Aſt des dreigetheilten Nerven, ſo entſteht Schmerz und vielleicht auch ſogenannte reflectirte Bewegung. Reizt man den Augenmuskelnerv, ſo zieht ſich die Pupille zuſammen; — ſchneidet man ihn durch, ſo erweitert ſie ſich im Lichte, nicht aber in völliger Dunkelheit oder bei vorher mittelſt Durchſchneidung des Sehnervs hervorgebrachter Blindheit. Auch läßt ſich durch Einträufelungen von Belladonna, deren man ſich bekanntlich bei Augenoperationen bedient, um die Pupille möglichſt zu erweitern, dieſelbe noch um einen Grad mehr öffnen, wenn man auch den Augenmuskelnerv vorher durchſchnitten hat. Reizt man dagegen den ſympathiſchen Nerven am Halſe, ſo erweitert ſich die Pupille augenblicklich, während ſie nach Zerſtörung des oberſten Halsknotens in einem Zuſtande bleibender Verengerung ſich befindet. Merkwürdigerweiſe haben die beiden Bewegungsnerven der Pupille auch ſehr verſchiedene Urſprungsſtellen in dem Centralorgane, indem die Bewegungsquelle für den

Augenmuskelnerv im Mittelhirne, und zwar in dem hinteren Theile der Vierhügel, diejenige für die sympathischen Wurzeln dagegen an einer beschränkten Stelle des Rückenmarkes, bei Kaninchen zwischen dem siebenten Halswirbel und dem dritten Brustwirbel liegt. Reizungen und Durchschneidungen dieser Centralquellen wirken ganz so, wie wenn man die ihnen entspringenden Nerven gereizt oder durchschnitten hätte.

Schwieriger noch ist die Untersuchung der Nerveneinflüsse auf die Herzbewegung. Wir haben im ersten Briefe gesehen, wie regelmäßig in fortdauerndem Rhythmus an dem Herzen Erweiterung und Verengerung mit einander abwechseln. Durch Versuche an Thieren kann man sich leicht überzeugen, daß diese rhythmischen Bewegungen nicht von dem Zusammenhange des Herzens mit den Nerven abhängen, sondern auch dann noch fortdauern, wenn dieser Zusammenhang gänzlich aufgehoben ist. Das Herz eines Thieres klopft fort, selbst wenn man es aus dem Körper herausgeschnitten hat. Unter günstigen Umständen können an dem Herzen warmblütiger Thiere noch Stunden lang, an demjenigen kaltblütiger Thiere selbst Tage lang nach der Herausnahme Herzschläge beobachtet werden, die stets in derselben Weise, von der Vorkammer nach der Kammer zu, erfolgen. Das rhythmische Spiel dieser Zusammenziehung scheint demnach eine selbstständige Quelle in dem Herzen selbst zu haben, eine Quelle unabhängig von den mit dem Herzen in Verbindung stehenden Nerven, unabhängig von den Centralorganen, dem Hirne und dem Rückenmarke, mit welchem diese letztere in Verbindung stehen; unabhängig selbst, wie weitere Versuche gelehrt haben, von den Ganglien, welche oft in mikroscopischer Kleinheit an den Nerven im Herzen sich finden. Man ist deshalb jetzt geneigt anzunehmen, daß die rhythmische Thätigkeit vielmehr in der Muskelsubstanz des Herzens selbst liege und nur eine auf den höchsten Grad getriebene Ausbildung derjenigen Eigenschaften sei, welche auch den übrigen Muskeln in geringerem Maße zukommen. Dies wäre wenigstens der erste Schluß, den man aus den angeführten Thatsachen herleiten könnte. Aber wir wissen

aus eigener Erfahrung, daß unſer Herzſchlag auch abhängig iſt von den mannigfaltigſten Eindrücken, die unſer centrales Nervenſyſtem empfängt, daß es langſamer oder ſchneller ſchlägt, je nach verſchiedenen Seelenſtimmungen und Hirnerregungen, die ihm durch die Nerven zugeleitet werden. Die Anatomie lehrt uns, daß zwei verſchiedene Nervenſtämme dem Herzen Aeſte zuleiten, daß die herumſchweifenden Nerven mit den ſympathiſchen Nerven Geflechte bilden, aus denen die Herznerven hervorgehen, die wieder in der Herzſubſtanz ſelbſt eine Menge von Geflechten und Knoten bilden und namentlich in der Scheidewand des Herzens einige bedeutende Anſammlungen von Ganglien erzeugen. So entſteht denn natürlich die Frage nach den verſchiedenen Wirkungen, welche dieſe beiden Nervenbahnen auf das Herz haben können. Der Verſuch giebt hier die Antwort. Bringt man die Drähte eines Magnetelectromotors, durch welchen raſche electriſche Schläge ohne Aufhören ertheilt werden, an die Stämme der herumſchweifenden Nerven, ſo ſteht der Herzſchlag faſt augenblicklich ſtill; das Herz ſelbſt bleibt in der Erweiterung, in der Diaſtole; unterbricht man den Verſuch, ſo fängt das Herz augenblicklich wieder an zu ſchlagen. Aber auch wenn man den Einfluß der Electricität über eine gewiſſe Zeit hinaus dauern läßt, beginnt der Herzſchlag ebenfalls wieder. Da man auch an anderen Organen, wie z. B. bei dem Darme, ähnliche Effecte ſtärkerer electriſcher Reize geſehen hatte, ſo glaubte man annehmen zu müſſen, daß es in dem Körper überhaupt eine Klaſſe von Nerven gäbe, die man mit dem Namen der Hemmungsnerven bezeichnete und deren Function darin beſtände, die zuſammenziehende Thätigkeit gewiſſer dem Willen nicht unterworfener Muskelfaſern zu hemmen. Bei der Pupille konnte man um deswillen dieſe Theorie nicht anwenden, weil dort zweierlei Muskelfaſern bekannt ſind: concentriſche, deren Zuſammenziehung die Pupille verengt, ſtrahlig angeordnete, deren Zuſammenziehung ſie erweitert. Bei dem Herzen aber ſchien ſich die Sache ganz dem Wunſche der Theorie gemäß zu geſtalten, denn die Reizung des Halsſtammes des ſympathiſchen Nerven vermehrt nicht nur die Zahl der Herzſchläge,

sondern regt auch das zur Ruhe gekommene Herz zu neuen Schlägen auf. Man dachte und denkt sich auch jetzt noch an vielen Orten die Sache so: das Herz arbeitet, jeglichem Nerveneinflusse enthoben, ununterbrochen in rhythmischer Thätigkeit fort; es ist die zur Erhaltung des ganzen Lebens nothwendige Pumpe, welche überall hin den Ernährungssaft sendet, deren Stillstand deshalb gleichbedeutend mit Tod ist. Diese Pumpe aber wird noch außerdem von verschiedenen Nerven regulirt, die wieder in verschiedenen Centraltheilen ihren Ursprung nehmen. Der von dem verlängerten Marke entspringende herumschweifende Nerve hemmt die Bewegung, der von dem Halsmarke entspringende sympathische Nerve regt und fördert sie. Reizungen der betreffenden Centraltheile haben dieselbe Wirkung.

So verführerisch auch diese Theorie durch ihre Einfachheit sein mag, scheint sie dennoch aus verschiedenen Gründen verlassen werden zu müssen. Man hat durch genaue Versuche nachgewiesen, daß es eigentlich die den herumschweifenden Nerven beigemischten Fäden des Beinerven sind, welche auf das Herz wirken, so daß also der Beinerve der eigentliche Hemmungsnerve des Herzens sein müßte, dessen Zerstörung also den Herzschlag beschleunigen müßte. Reißt man aber bei Säugethieren, wo dies sehr wohl gelingt, den Beinerven aus, so wird der Herzschlag nicht beschleunigt. Andererseits wird aber der Herzschlag beschleunigt, wenn man mit sehr schwachen electrischen Strömen den herumschweifenden Nerven reizt, während stärkere Ströme augenblicklichen Stillstand hervorrufen. Auch bei dem Centralorgane zeigt sich das nämliche. Läßt man einen Magnetelectromotor auf das verlängerte Mark wirken, so steht das Herz augenblicklich still; reizt man dagegen das verlängerte Mark mechanisch (die mechanischen Reize wirken stets viel schwächer, als die electrischen), so schlägt das Herz schneller. Hat man das Herz durch electrische Reize zum Stillstande gebracht und hebt dann die Reizung auf, so stellt sich der Herzschlag nicht allmählig, sondern plötzlich mit stärkeren Schlägen wieder her.

Aus dieſen und anderen Gründen, welche aus höchſt mühſamen und genauen Verſuchen hergeleitet ſind, hat man geſchloſſen, daß ſowohl der herumſchweifende Nerv wie auch der ſympathiſche Bewegungsnerven für das Herz ſeien, daß aber erſterer, der viel mächtiger wirkt, auch außerordentlich leicht erſchöpfbar ſei; daß dieſe Erſchöpfung ſtets bei der Diaſtole des Herzens ſtattfinde, bei einigermaßen ſtärkeren Reizen augenblicklich eintrete und ſo das Stillſtehen des Herzens hervorrufe, daß alſo die Natur der Bewegungsnerven des Herzens nicht qualitativ von derjenigen anderer Nerven verſchieden ſei, ſondern nur quantitativ, indem dieſelbe Erſchöpfung, welche bei den willkürlichen Muskelnerven nur nach ſehr ſtarken Reizen eintritt, bei den dem herumſchweifenden Nerven beigemiſchten Herzfaſern ſchon während ihrer normalen Thätigkeit in der Diaſtole und nach verhältnißmäßig ſchwachen Reizen ſich kundgiebt.

Zwölfter Brief.

Die Centraltheile des Nervensystemes.

Die Functionen des Gehirnes und Rückenmarkes können unter zwei besondere Categorien vertheilt werden. Eines Theils sind diese Organe der Sammelplatz sämmtlicher Primitivröhren, welche durch die einzelnen Nervenstämme in den Körper ausstrahlen; andern Theils aber zeigt schon die anatomische Betrachtung, daß noch andere Elemente zu diesen Primitivröhren der Nerven kommen, welchen verschiedene Functionen zustehen müssen. Es giebt so Eigenschaften und Functionen, welche dem Centralnervensystem als Sammelplatz der Gefäß- und Sinnesnerven, der bewegenden und fühlenden Nervenfasern angehören — es giebt eine andere Klasse von Functionen, welche in nicht so unmittelbarer Beziehung zu den Nerven stehen.

Eine jede Verletzung des Rückenmarkes, welche durchgreift, so daß die Continuität desselben gänzlich aufgehoben ist, hat auch eine vollkommene Vernichtung der willkürlichen Bewegungen und der Empfindungen in denjenigen Theilen zur Folge, welche von Nerven versorgt werden, die unterhalb der Verletzungsstelle abgehen. Ein Bruch der Wirbelsäule in der Mitte des Rückens z. B., bei welchem das Rückenmark gänzlich zerquetscht ist, läßt sich leicht an der vollständigen Empfindungs- und Bewegungslosigkeit der Beine erkennen, von deren Existenz selbst der Verwundete kein Bewußtsein mehr hat, während die Arme, der obere Theil der Brust, deren Nerven oberhalb der Bruchstelle

abgehen, durchaus eben so empfindlich und beweglich geblieben sind, als sie vorher waren. In dieser Beziehung ist das Rückenmark demnach nur ein großer Nervenstamm, der alle sensibeln und bewegenden Primitivröhren in sich vereinigt, und die Erfahrung zeigt sogar, daß in seinem Inneren die einzelnen Röhren hinsichtlich ihrer bewegenden oder fühlenden Function noch eben so isolirt sind, als in den Nerven selbst. Schneidet man nämlich das Rückenmark durch, so zeigt sich, wie schon früher bemerkt, eine eigenthümliche anatomische Structur desselben (s. oben Fig. 37, S. 222). Die weiße Substanz bildet die äußeren Rindenschichten, während die graue Substanz in der Mitte aufgehäuft ist und nach oben wie unten zwei Schenkel aussendet, so daß ein solcher Durchschnitt die graue Substanz etwa wie ein liegendes Kreuz erscheinen läßt. Ein senkrechter Spalt dringt von dem Rücken her in die Mittellinie ein zwischen die beiden oberen Schenkel des liegenden Kreuzes, und theilt auf diese Weise die an der Rückenseite aufgehäufte weiße Masse in zwei Hälften; ein ähnlicher Spalt findet sich auf der Bauchfläche des Rückenmarkes zwischen den beiden unteren Schenkeln der grauen Substanz. So ist der Zusammenhang zwischen der weißen Substanz beider Seiten, links und rechts, bis auf eine Brücke im Grunde der vorderen Furche fast gänzlich aufgehoben und es ist beinahe nur die graue, im Centrum angehäufte Substanz, welche den Zusammenhang der beiden seitlichen Hälften des Rückenmarkes vermittelt.

Wir haben schon oben bemerkt, daß wir in Folge dieser Anordnung dreierlei verschiedene weiße Stränge an dem Rückenmarke unterscheiden können: die Vorderstränge, die Seitenstränge und die Hinterstränge, sowie an der grauen Substanz: die vorderen und hinteren Hörner. Wir werden in der Folge auch stets die Bauchseite des Rückenmarkes die vordere, die Rückenseite die hintere nennen und die nach dem Kopfe zu gelegenen Theile als obere, die übrigen als untere Theile bezeichnen. Wir stellen uns also den Menschen bei diesen Bezeichnungen als in aufrechter Stellung befindlich vor.

Aus dem Halsmarke treten die Nervenwurzeln faſt in rechtem Winkel hervor; je weiter man indeſſen hinabſteigt, deſto ſchiefer wird ihre Richtung, ſo daß die letzten Nerven, der ſogenannte Pferdeſchwanz, mit der Axe des Rückenmarkes einen ſehr ſpitzen Winkel bilden. Die Wurzelfaſern der Nerven durchſetzen alſo die Subſtanz des Rückenmarkes auf größerer oder geringerer Strecke in ſchiefer Richtung, um den Ort ihres Urſprungs in dem entſprechenden grauen Horne zu erreichen. Man kann faſt mit Gewißheit annehmen, daß nicht alle Faſern bis zu den Zellen der grauen Subſtanz vordringen, ſondern daß ein Theil derſelben in den entſprechenden weißen Strängen mit den eigenthümlichen Längsfaſern derſelben gegen das Hirn hin aufſteigt, ohne jedoch daſſelbe zu erreichen. Aus dieſer eigenthümlichen Einrichtung erklärt es ſich, daß jede Verwundung oder jeder Reiz, welcher das Rückenmark trifft, nothwendig auch eine beſtimmte Anzahl von Nervenwurzeln treffen muß, welche direct von dem Orte der Verwundung aus in einen benachbarten Nerven ſich einſenken. Es wird ſich alſo bei allen Beurtheilungen der phyſiologiſchen Functionen darum handeln, diejenigen Effecte, welche den Nervenwurzeln angehören, genau von den Erſcheinungen aus einander zu halten, die dem Rückenmarke im Ganzen und als ſelbſtſtändigem Organe zukommen.

Diejenige Methode, welche bis jetzt die genaueſten Reſultate gegeben hat, beſteht darin, daß man ſo ſchonend als möglich mit einem eigenen Inſtrumente bei einem durch Aetherrauſch unempfindlich gemachten Thiere den Rückenkanal öffnet, das Rückenmark bloslegt und dann mit äußerſt ſcharfen Meſſerchen oder Nädelchen einzelne Theile deſſelben trennt, um nachher diejenigen Functionsſtörungen zu analyſiren, welche ſich bei dem Thiere zeigen, ſobald ſich ſein allgemeiner Geſundheitszuſtand gänzlich erholt hat. Man möchte faſt ſagen, daß es einer ganz eigenthümlichen individuellen Complexion bedürfe, um dieſe Verſuche einestheils mit der nöthigen Genauigkeit und Schärfe anzuſtellen, andererſeits aber nachher auch ſo zu beurtheilen, daß das Normale von dem Zufälligen wirklich getrennt und die Function

richtig erkannt werde. Fast möchten wir behaupten, daß man den Forscher persönlich kennen und bei seinen Versuchen gesehen haben muß, um beurtheilen zu können, welchen Grad von Zutrauen er genießen kann. Wir werden, abgesehen von den Schwierigkeiten, welche die Versuche bieten, hier diejenigen Resultate auseinandersetzen, welche uns Zutrauen zu verdienen scheinen, und zwar in der Weise, daß wir zuerst die Eigenschaften der weißen Substanz, dann jene der grauen besprechen und sodann auf diejenigen Functionen eingehen, welche dem Rückenmarke im Ganzen anzugehören scheinen.

In der weißen Substanz unterscheiden sich die Vorderstränge ihrer Function nach streng von den Hintersträngen. Letztere sind einzig und allein empfindlich; das Thier äußert bei ihrer Reizung oder Durchschneidung den heftigsten Schmerz und diese Schmerzensäußerung erhält sich in der ganzen Dicke der Hinterstränge in allen Theilen. Nichts desto weniger scheint es, als hänge diese Empfindlichkeit nur von den die weiße Substanz durchsetzenden Wurzelfasern der Nerven ab, die von dem Reize getroffen werden — eine Folgerung, die man aus dem Umstande entnehmen darf, daß es zuweilen gelingt, am Halsmarke, wo die Nervenwurzeln rechtwinkelig austreten, die Hinterstränge ohne Schmerzäußerung zu durchschneiden. Die eigenthümlichen Fasern der weißen Substanz der Hinterstränge sind demnach selbst nicht empfindlich, wohl aber im höchsten Grade Empfindung leitend oder ästhesodisch, wie man sich ausdrückt. Durchschneidet man von vornher alle Theile des Rückenmarkes mit Ausnahme der Hinterstränge, so empfinden diejenigen Körpertheile, welche unterhalb der Schnittstelle gelegen sind, ganz mit derselben Intensität, als wenn nichts vorgefallen wäre. Die Leitung der Empfindung gehört aber den Hintersträngen nicht allein an, sondern wird auch von der grauen Substanz ausgeübt. Die Durchschneidung der Hinterstränge hebt also die Leitung der Empfindung nicht auf; im Gegentheile werden sogar die unterhalb gelegenen Theile, wenn die Hinterstränge allein durchschnitten sind, wahrscheinlich in Folge der stattfindenden Entzündung, reizbarer,

als vorher (hyperästhetisch in der Kunstsprache), so daß die Thiere bei Eingriffen, welche sonst kaum beachtet werden, nun lebhafte Schmerzensäußerungen thun. Werden die Hinterstränge in ihrer ganzen Länge zerstört und nicht nur einfach durchschnitten, so sind begreiflicher Weise alle Theile empfindungslos, deren sensible Wurzeln in dem zerstörten Theile entspringen. Durchschneidet man nur einen Theil der Hinterstränge, so werden nur diejenigen oft ganz beschränkten Theile empfindungslos, in welche die von der Verwundung betroffenen Nervenfasern sich verbreiten.

Wir sehen also, daß in physiologischer Hinsicht die Hinterstränge aus zwei Gruppen von Fasern bestehen: aus Wurzelfasern, welche alle Eigenschaften der peripherischen Nerven besitzen, und aus eigenthümlichen Fasern, welche die Empfindung leiten, aber nicht selbst empfindend, ästhesodisch sind.

Der Versuch hat über die Natur dieser letzteren selbstständigen Fasern noch ausgiebigeren Aufschluß gegeben.

Man kennt einzelne Krankenfälle beim Menschen, wo die Kranken an einzelnen Gliedern zwar leise Berührungen, aber keinen Schmerz empfanden. Das Tastgefühl bestand, das Schmerzgefühl war verschwunden. Ganz so verhält es sich bei Thieren, welchen man das Rückenmark von vornher so weit zerstört hat, daß nur die Hinterstränge den Zusammenhang vermitteln. Beim Anblasen, beim Berühren schrecken die Thiere auf und geben Zeichen der Empfindung; geht man aber weiter mit dem Eingriffe, so hören alle Empfindungsäußerungen auf. Ein Beobachter rasirte bei einem Kaninchen, dem er das Mark in der Rückengegend auf diese Weise operirt hatte, eine Stelle der Hinterbacke, und brachte das Thier, das bei dem leisesten Anblasen Empfindungszeichen gab, in die Sonne. Nun wurden die Strahlen eines Brennspiegels auf die rasirte Hautstelle concentrirt. Das Thier schreckte bei der ersten Berührung der Haut auf und gab Zeichen von Empfindung. Man ließ den Brennspiegel weiter wirken; die Haut verkohlte, das Fleisch wurde geröstet und verbrannt, die Brandwunde drang durch bis auf den Knochen — nicht das leiseste Zeichen von Schmerz! Lenkte man aber den

Brennspiegel nur um ein Geringes ab, so daß einige Strahlen eine neue Hautstelle trafen, so gab das Thier auf der Stelle Zeichen von Schmerz; — ein Beweis, daß nur die Tastempfindung, also die localisirte Sinnesempfindung der Haut, bestand, die allgemeine Schmerzempfindung aber durch die Durchschneidung des übrigen Rückenmarkes aufgehoben war. Man hat den eben characterisirten Zustand, wo die Tastempfindung erhalten bleibt, die Schmerzempfindung dagegen verloren ist, Analgesie genannt. Wir können also nach den bis jetzt constatirten Resultaten die Qualität der Empfindungsleitung in den Hintersträngen genauer bezeichnen, indem wir sagen, daß sie außer den Wurzelfasern aus analgetischen oder Tastfasern bestehen.

Die Vorderstränge stehen zur Bewegung in ähnlichem Verhältnisse, wie die Hinterstränge zur Empfindung. Durchschneidet man sie, so werden die von der Durchschneidung betroffenen Wurzelfasern und die von ihnen versorgten Theile gelähmt; dagegen bewirkt ihre Reizung nur dann Bewegung, wenn Wurzelfasern getroffen werden. Ihre eigenthümlichen Fasern leiten nur Bewegung, erzeugen sie aber nicht selbstständig. Analog der bei den Hintersträngen benutzten Bezeichnung hat man diese Fasern kinesodische, Bewegung leitende genannt. Zerstört man die Hinterstränge und die graue Substanz, so daß nur die Vorderstränge übrig bleiben, so bewegt das Thier die betreffenden Theile noch willkürlich. Vielleicht existirt sogar eine ähnliche Spaltung der bewegenden Functionen, wie bei den Hintersträngen; indessen ist es nicht möglich gewesen, dieselbe genauer zu ergründen, wie es denn überhaupt weit schwieriger hält, die Störungen der Bewegungsfunctionen, als diejenigen der Empfindung genauer zu analysiren. Die quere Durchschneidung der Vorderstränge bewirkt durch den nachfolgenden Reizzustand krankhafte Bewegungen in den unter der Verwundung gelegenen Theilen: es treten dort Krämpfe und Convulsionen auf, welche den übermäßigen Schmerzempfindungen entsprechen, die nach der Durchschneidung der Hinterstränge eintreten. Die quere Durchschneidung eines einzigen Vorderstranges schwächt die Bewegung der auf der Operations-

ſeite gelegenen unteren Theile; geſchieht die Durchſchneidung am Halſe, ſo werden ſogar die Bewegungen gänzlich gelähmt.

Reſumirt man alſo die Reſultate, welche der phyſiologiſche Verſuch bis jetzt gegeben hat, ſo ergiebt ſich daraus, daß die weiße Subſtanz des Rückenmarkes aus zweierlei Faſern beſteht: aus Wurzelfaſern, welche dieſelbe Function und dieſelbe iſolirte Leitung beſitzen, wie die Nervenwurzeln ſelbſt, und aus eigenthümlichen Faſern, welche die entſprechenden Functionen zwar fortleiten, aber nicht ſelbſtſtändig empfangen oder erzeugen.

Während in den weißen Strängen, der Function der aus ihnen austretenden Nervenwurzeln entſprechend, die Beziehungen zur Empfindung und Bewegung ſtreng abgegrenzt ſind, kann dagegen die graue Subſtanz nur als ein Ganzes aufgefaßt werden, die in allen ihren Theilen durchaus dieſelbe Function gleichmäßig beſitzt. Wenn alſo auch die vorderen Wurzeln von den großen Zellen der Vorderhörner, diejenigen der hinteren von den kleineren Zellen der Hinterhörner entſpringen, ſo ſtehen deshalb dennoch die Vorderhörner nicht ausſchließlich in Beziehung zur Bewegung, die Hinterhörner nicht zur Empfindung. Wir müſſen alſo annehmen, daß die Primitivfaſern zwar innerhalb der weißen Subſtanz ihre iſolirte Natur und Leitung bewahren, daß aber mit dem Eintritte in die graue Subſtanz dies Verhältniß ſich ändert und andere functionelle Beziehungen eintreten. Aus der anatomiſchen Structur der Ganglienzellen der grauen Subſtanz wiſſen wir, daß die Zellen nach allen Seiten hin Ausläufer ausſenden, die miteinander ein Netzwerk bilden, und mit dieſem Ergebniß ſtimmt auch dasjenige des phyſiologiſchen Verſuches überein, welches uns belehrt, daß innerhalb der grauen Subſtanz die Leitung nach allen Seiten, nach oben und unten, vorn und hinten, rechts und links, mit derſelben Leichtigkeit ſtattfindet. Deshalb beſteht die Leitung auch noch (obgleich geſchwächt!), wenn nur einzelne Brücken der grauen Subſtanz den Zuſammenhang vermitteln; ja ſie bleibt noch beſtehen, wenn Schnitte in verſchiedener Wirbelhöhe ſo geführt werden, daß ſie, zuſammengelegt, das Rückenmark gänzlich trennen würden. Setzen

wir z. B. den Fall, daß wir an einem Halswirbel das Rückenmark von hinten her so durchschnitten hätten, daß der Schnitt über den Centralkanal hinaus reichte und nur die Vorderhörner der grauen Substanz nebst den Vordersträngen erhalten seien; — daß wir dann an demselben Thiere in der Rückengegend den Schnitt von vornher ebenfalls über die Mitte hinaus geführt hätten, so daß nur ein Theil der Hinterstränge und Hinterhörner an dieser Stelle erhalten wäre, so würde nichts desto weniger sowohl Empfindung wie Bewegung über die beiden Schnittstellen hinausgeleitet werden. Es genügt also die geringste Brücke, in welchem Theile und welchem Niveau sie sich befinden möge, um sowohl Bewegung wie Empfindung nach allen Seiten hin fortzuleiten. Die Leitung wird aber um so mehr geschwächt sein, je unvollständiger und geringer diese Brücke ist. Aber auch hier zeigt sich ein bedeutender Unterschied zwischen der grauen und der weißen Substanz. Verwundungen dieser letzteren lähmen Empfindung und Bewegung in bestimmten, abgegrenzten Theilen, zu welchen sich die betroffenen Nervenfasern begeben; Verwundungen der grauen Substanz dagegen schwächen und verlangsamen die Leitung von und zu allen Theilen, welche unterhalb der Verwundung liegen, gleichmäßig, so daß also keine genauere Beziehung eines bestimmten Theiles der grauen Substanz zu einer bestimmten Nervenfasergruppe nachgewiesen werden kann. Eine einzige Ausnahme, die indessen noch nicht vollständig nachgewiesen ist, dürfte darin liegen, daß vielleicht die äußerste, der weißen Substanz unmittelbar anliegende Schicht der grauen Hörner Empfindungen der entgegengesetzten Körperhälfte leitet.

Trotz dieser allseitigen Leitung der Empfindungen und Bewegungen und ihrem gegenseitigen Austausche ist die graue Substanz direct weder empfindend, noch bewegend. Man kann sie verwunden, galvanisch reizen, ohne daß die Thiere die geringsten Schmerzensäußerungen geben, ohne daß irgend eine Muskelzuckung erzeugt wird. Die graue Substanz leitet also allseitig Empfindung wie Bewegung; sie nimmt aber keinerlei Anregung zu diesen Functionsäußerungen von außen her an.

Es begreift ſich leicht, daß alle diejenigen Functionen, welche auf die angeführte Weiſe von den einzelnen Subſtanzen ausgeführt werden, ſich ſummiren, ſobald das Rückenmark im Ganzen thätig iſt, und daß ebenſo Verwundungen, welche das Rückenmark im Ganzen treffen, auch dieſe ſämmtlichen Functionen vernichten und aufheben.

Je weiter nach oben man das Rückenmark zerſtört und ſeinen Zuſammenhang mit dem Gehirn aufhebt, deſto mehr Theile des Körpers werden gelähmt und deſto ſtörender für die nothwendigen Functionen des Körpers werden dieſe Lähmungen, da die Muskeln des Stammes, des Bauches ſowohl als noch mehr die der Bruſt, einen weſentlichen Antheil an den Reſpirationsbewegungen haben. Wird das Rückenmark endlich in der Nähe des verlängerten Markes, an der oberen Grenze der Halsnerven durchſchnitten, ſo ſind alle Bruſtmuskeln und der größte Theil der Halsmuskeln gelähmt. Trotz dieſer Lähmung aber dauert das Spiel der Athemzüge noch fort in den oberen Theilen des Halſes und im Geſichte. Die Naſenlöcher werden abwechſelnd weit geöffnet und geſchloſſen; die Kiefer klappen zuſammen in regelmäßigen Intervallen, das Thier ſchnappt förmlich nach Luft, etwa wie wenn ihm der untere Theil der Luftröhre zugeſchnürt wäre. Man hat Beiſpiele an Gehängten beobachtet, und ich ſelbſt bin Zeuge geweſen, daß ein Selbſtmörder, ſtatt die Luftröhre ſich zuzuſchnüren, die Schlinge nur an dem Kinne angelegt hatte, ſo daß er beim Herabſpringen vom Stuhle, auf den er ſich geſtellt, das Kinn ſich gewaltſam in die Höhe zog und den Nacken einknickte. Die Wirbelſäule war auf dieſe Weiſe zwiſchen dem erſten und zweiten Halswirbel verrenkt und das Rückenmark dort zerquetſcht worden. Der Kopf des Unglücklichen lebte und athmete noch mehrere Stunden fort, und die Anſtrengungen, die er machte, zeigten, daß das Athembedürfniß noch vorhanden war, aber durch ein unüberſteigliches Hinderniß nicht vollſtändig befriedigt werden konnte.

Wir haben bis jetzt die Functionen des Rückenmarkes an der Hand des Verſuches inſoweit kennen gelernt, als wir ihre

Beziehung zur Bewegung oder zur Empfindung geſondert auffaßten. Wir waren hierzu um ſo mehr berechtigt, als dieſe geſonderte Beziehung in den weißen Strängen des Rückenmarkes in der That exiſtirt und innerhalb der weißen Subſtanz keine Mittheilung von bewegenden zu empfindenden Faſern ſtattfindet. Dieſe Iſolirung erhält ſich auch überall, wie es ſcheint, in der weißen Subſtanz, nicht nur des Rückenmarkes, ſondern auch des Gehirnes, während ſie dagegen allſeitig in der grauen Subſtanz aufgehoben iſt. Dort findet in der That ein Ueberſpringen der Erregung von der Empfindung auf die Bewegung ſtatt. So lange eine Brücke von grauer Subſtanz den Zuſammenhang zwiſchen bewegenden und empfindenden Primitivfaſern vermittelt, findet auch eine ſolche Mittheilung der Reizung ſtatt, ſo daß ohne directe Mithilfe des Willens Bewegungen unmittelbar durch Empfindungen veranlaßt werden. Man hat die unwillkürlichen Bewegungen dieſer Art, welche unmittelbar durch Empfindungen veranlaßt und von der grauen Subſtanz der Centraltheile vermittelt werden, Reflexbewegungen genannt. Laſſen wir zuerſt den Verſuch reden.

Im Augenblicke der Enthauptung eines Thieres ziehen ſich alle Muskeln des Rumpfes und der Extremitäten auf das Kräftigſte zuſammen. Die Reizbarkeit iſt dann meiſt auf Augenblicke erſchöpft; einige Zeit nach der Enthauptung aber zeigt der Rumpf Reflexbewegungen. Berührt man den Fuß mit der Nadel, ſo wird er an den Leib angezogen; ſticht man ſtärker, ſo erfolgen einige abwehrende Bewegungen deſſelben Fußes; bei noch heftigerer Reizung werden beide Hinterbeine, ja ſelbſt die Vorderbeine bewegt. Auf jede Reizung erfolgt ſo eine entſprechende Bewegung, und zwar entſpricht die Ausdehnung der Bewegung gewöhnlich der Größe des Reizes, wobei freilich die Empfänglichkeit des Thieres ſelbſt in Betracht zu ziehen iſt. Im warmen Sommer wird man die Reflexbewegungen der Fröſche weit ſchwächer finden, als im Winter; bei allmählich ſich erſchöpfender Erregbarkeit werden die Muskelgruppen, welche auf dieſelbe Reizung antworten, ſtets minder zahlreich, die Zuckungen weniger heftig.

Nicht minderen Einfluß haben die peripherischen Reizungsstellen. Reizungen der Haut haben stets bedeutenderen Einfluß, als Reizungen der zur Haut gehenden Nervenstämme — einzelne Hautstellen sind empfindlicher als andere. Bei den Vögeln sind die Reflexbewegungen am stärksten; bei den Amphibien und Fischen erhalten sie sich am längsten; sie verschwinden ziemlich schnell bei Säugethieren, wo sie auch schwächer sind. Die Bewegungen eben getödteter Vögel, Tauben und Hühner, sind allen Köchinnen bekannt; nicht minder die lebhaften Bewegungen, welche der enthauptete Rumpf eines Aales macht, und die zu dem allgemeinen Glauben verleiteten, selbst die Stücke eines Aales lebten noch und sprängen aus der Pfanne, um dem Rösten zu entgehen. Alle diese Bewegungen sind Reflexbewegungen, hervorgebracht durch den Hautreiz des Rupfens, des Schmorens in der Pfanne, wodurch Muskelbewegungen erzeugt werden, die dem angebrachten Reize entsprechen und je nach der Reizbarkeit des Thieres stärker oder schwächer werden.

Sucht man nun auf experimentellem Wege zu ermitteln, auf welche Weise diese Bewegungen zu Stande kommen, bei welchen der Wille und das Bewußtsein des Thieres keine Rolle spielen können, so ergiebt sich zuvörderst, daß dieselben durchaus von dem Dasein des Rückenmarkes abhängen. Geht man bei einem enthaupteten Thiere mit einem Drahte in den Wirbelkanal ein und zerstört das Rückenmark, so zeigt sich auch keine Spur von Reflexbewegungen mehr, wenn dieselben auch noch so lebhaft unmittelbar vor dieser Zerstörung sich zeigten. Es genügt deshalb, eine Stricknadel durch den Wirbelkanal eines Aales zu stoßen, um die Stücke regungslos liegen zu sehen. Es beweist diese einfache Thatsache, daß das Ueberspringen der Reizung von fühlenden Fasern auf bewegende einzig nur durch Vermittlung des Centralnervensystems zu Stande gebracht werden kann. Ja es ist diese Eigenschaft wesentlich an die graue Substanz gebunden, und zwar in ihrer ganzen Ausdehnung, während, wie es scheint, die weiße Substanz des Rückenmarkes keinen Einfluß darauf ausübt. Man kann letztere großen Theils, ja gänzlich

durchschneiden und nur in der Mitte eine sehr kleine Brücke von grauer Substanz übrig lassen, welche den Zusammenhang zwischen getrennten Theilen des Rückenmarkes vermittelt, und die Reflexbewegungen bleiben, wenn auch um so schwächer werdend, je geringer die graue Verbindungsbrücke ist. Ebenso beweisen andere Versuche, daß diese Vermittelung nicht an einzelne Stellen im Rückenmarke, sondern an die ganze Ausdehnung der grauen Substanz gebunden ist. Schneidet man das Rückenmark in der Mitte des Rückens durch, so daß die untere Hälfte von der oberen getrennt ist, so werden Reizungen der hinteren Extremitäten Bewegungen der Füße, Reizungen der vorderen reflectirte Bewegungen der Vorderbeine, aber auch nur dieser, veranlassen, da die Communication zwischen vorderer und hinterer Hälfte unterbrochen ist. Theilt man das Rückenmark genau der Länge nach in zwei seitliche Hälften, indem man nur am vorderen Ende eine Brücke zwischen diesen beiden Hälften läßt, so erscheinen noch Reflexbewegungen in allen vorderen wie hinteren Extremitäten. Theilt man das Mark quer durch in Segmente, innerhalb welcher Nervenwurzeln eintreten, so entstehen Reflexbewegungen, welche auf diejenigen Theile beschränkt sind, deren motorische Primitivröhren mit demjenigen Segmente in Verbindung stehen, dessen sensible Nerven gereizt wurden.

Die bis jetzt bekannten Resultate der mechanischen Versuche scheinen demnach alle darauf hinzulaufen, daß die graue Substanz in ihrer Gesammtheit den Reflexbewegungen vorsteht. Wenn sich indessen neuere Versuche, mit dem indischen Pfeilgift (Curare oder Wurali) angestellt, erwahren, so dürfte durch dieselben eine neue Grundlage für die Erforschung functioneller Verschiedenheiten innerhalb der grauen Substanz geöffnet sein. Diesen Versuchen zu Folge lähmt das Pfeilgift die bewegenden Nervenfasern für die Leitung des Willens sowohl wie für die Leitung directer Reize, läßt aber die Leitung für die Reflexbewegungen bestehen. Der Wille hängt von der Erhaltung der grauen Substanz ab, der Reflex ebenfalls, die Leitung des Willens ist aufgehoben, die des Reflexes dauert fort. Man müßte sonach zweierlei verschiedene

Nervenzellen in der grauen Subſtanz annehmen, wovon die einen dem Willen, die anderen den Reflexen functionell zuſtehen — ein Schluß, der indeſſen auch durch die bis zu einer gewiſſen Grenze vorhandene Herrſchaft des Willens über die Reflexbewegungen gerechtfertigt werden könnte. Da aber auch die Leitung directer, auf die Nervenfaſern ſelbſt angebrachter Reize aufgehoben iſt, ſo müßte man auch zweierlei bewegende Nervenfaſern annehmen, was kaum mit unſeren jetzigen Kenntniſſen über die Structur der Nerven vereinbar iſt.

Die Reflexbewegungen zeigen ſich auch an dem Kopfe, ſelbſt wenn man die Gewölbtheile des Gehirns weggenommen und nur den Hirnſtamm hat beſtehen laſſen. Reizungen der einzelnen Theile ſind dann von entſprechenden Bewegungen gefolgt, und es erſtreckt ſich dieſe Fähigkeit, Reflexbewegungen hervorzurufen, nicht nur auf die fühlenden Nerven, ſondern auch auf die Sinnesnerven. Bei der Reizung des Auges durch Licht wird die Pupille verkleinert, ja ſelbſt das Auge geſchloſſen, ohne daß hierbei Einfluß des Willens herrſchen könnte.

Eine Menge von Erſcheinungen, die ſich im lebenden Zuſtande zeigen, hängen einzig von dieſen reflectirten Bewegungen ab. Das unwillkürliche Blinzeln der Augenlieder während der geöffneten Augen iſt eine reflectirte Bewegung, bedingt durch das Trockenwerden der Bindehaut; das unmittelbare Schließen, wenn man raſch auf die Augen mit dem Finger zufährt und das man bei dem beſten Willen nicht verhindern kann, iſt eine Reflexbewegung, bedingt durch den plötzlichen Eindruck auf den Sehnerven. Kitzeln der Naſenſchleimhaut erregt Nieſen, des Gaumens Schluckbewegungen und Erbrechen; jeder Nadelſtich, der unverſehens eine Hautſtelle trifft, iſt unmittelbar von einer Zuckung gefolgt, die nur dann vermieden werden kann, wenn wir darauf vorbereitet ſind und unſeren Willen über die Reaction gebieten laſſen. Ja die Verſuche, welche man an enthaupteten Thieren anſtellt, werden oft auch durch unglückliche Verhältniſſe am Menſchen möglich. Nach Brüchen der Wirbelſäule, wobei das Rückenmark zerquetſcht und die hinteren Extremitäten gelähmt und dem Willen entzogen werden, zeigen dieſe letzteren ſehr oft reflectirte

Bewegungen, wenn ſie geſtochen oder gekneipt werden, ohne daß der Kranke den Schmerz fühlte.

Es geht aus den dargelegten Erſcheinungen hervor, daß Reflexbewegungen nur dann möglich ſind, wenn die ſenſitiven und motoriſchen Faſern durch ein mit grauer Subſtanz verſehenes Stück Rückenmark oder Hirnſtamm mit einander in Verbindung ſtehen. Die Zweckmäßigkeit der Bewegung beweiſt weiter, daß die Empfindung der Oertlichkeit ebenfalls in denjenigen Theilen des Centralorganes vorhanden iſt, welche die Reflexbewegungen vermitteln, und daß die Bewegungen in Folge dieſer Ortsempfindung zweckmäßig combinirt werden. Der geköpfte Froſch, dem man ein Stückchen Kohle auf den Vorderfuß legt, ſucht dieſes mit dem Hinterfuße wegzukratzen. Der Schwanz des zerſchnittenen Aales ſucht ſich von dem Lichte zu entfernen, womit man ihn auf der einen Seite brennt.

Aus dieſer Gruppirung ergiebt ſich auch der Einfluß, welchen die Gewölbtheile ſelbſt auf die Reflexbewegungen ausüben. Bewußtſein und Wille wirken ihnen häufig entgegen und können ſie ſelbſt bis auf einige Combinationen ſolcher Reflexbewegungen, die zum Leben unbedingt nothwendig ſind, gänzlich aufheben. Zu dieſen letzteren Gruppen gehören die Athem- und Herzbewegungen, über welche wir unter gewöhnlichen Bedingungen nicht mehr Herr ſind, die wir aber dennoch, wie neuere Verſuche lehren, willkürlich gänzlich unterdrücken und dadurch Ohnmacht und ſelbſt den Tod herbeiführen können. Die Erzählungen über Selbſtmord durch willkürliches Hinterhalten des Athmens, die uns aus dem Alterthume überliefert worden ſind, galten bis jetzt für eine phyſiologiſche Fabel. So erzählt Valerius Maximus: „Es giebt auch merkwürdige Todesfälle, welche auswärts vorgekommen ſind. Hierher gehört vorzüglich der des Coma, welcher der Bruder des Räuberhauptmanns Cleon geweſen ſein ſoll. Als dieſer nämlich nach Enna, welches die Räuber inne gehabt hatten, von den Unſrigen aber genommen worden war, vor den Conſul Rupilius gebracht und über die Macht und die Abſichten der Flüchtigen befragt wurde, nahm er ſich Zeit, um ſich zu ſammeln,

verhüllte das Haupt und indem er sich auf seine Kniee stützte und den Athem unterdrückte, verschied er sorgenfrei unter den Händen der Wächter und vor den Augen des Machthabers. Mögen sich die Elenden, denen nützlicher ist zu sterben, als fortzuleben, mit ängstlichen Vorsätzen quälen, wie sie aus dem Leben gehen sollen, mögen sie das Schwerdt schärfen, Gift mischen, zum Strange greifen, von ungeheueren Höhen herunterschauen, als ob es großer Vorrichtungen und tiefen Nachdenkens bedürfe, um das schwache Band zwischen Leib und Seele zu trennen. Coma brauchte von alledem nichts, sondern fand dadurch, daß er den Athem in der Brust verschloß, seinen Tod."

Es bedarf zur Durchführung dieses Versuches nur des Anhaltens des Athmens mit gleichzeitiger Zusammendrückung der Brust, die man entweder mit den Händen oder auch durch die Athemmuskeln selbst bewirken kann. Der Herzschlag hört fast augenblicklich auf, die Herzgeräusche sind nicht mehr hörbar, man fühlt noch einzelne schwache Pulsschläge, die dann vollständig aufhören. Setzt man den Versuch auch nur eine Minute fort, so tritt Ohnmacht und vollständige Bewußtlosigkeit ein, die leicht in gänzliches Erlöschen des Lebens überführen kann. Man sieht also, daß auch hier die den Willen erzeugenden Gebilde des Centralnervensystemes eine absolute Herrschaft über die Reflexbewegungen ausüben können, woraus als natürliche Folge sich ergiebt, daß die Reflexbewegungen um so vollständiger Platz greifen können, je mehr die Thätigkeit der Gewölbtheile für den Augenblick unterdrückt ist. Deshalb sehen wir sie am Reinsten bei enthaupteten Körpern, bei Neugeborenen, wo die Thätigkeiten des Gehirnes noch nicht ausgebildet sind und das Leben ohne ihr stetes Spiel selbst nicht erhalten werden könnte. Deshalb sehen wir sie auch im tiefen Schlafe und weniger vollständig beim leisen Schlummer oder in Augenblicken, wo die Gewölbtheile des Gehirnes mit anderen Verrichtungen beschäftigt sind. Ein in tiefes Nachdenken versunkener Mensch wird eher eine automatische Bewegung vollführen, um z. B. eine Fliege zu verjagen, und eher dem Eindrucke des Kitzels nachgeben, als derjenige, welcher

ſich zuſammennimmt und vorbereitet ſeinen Willen gegen die Reflexthätigkeit wirken läßt. Wir werden ſpäter ſehen, daß die Reflexbewegungen durch ſolche Mittel, welche, wie die narcotiſchen Gifte, die Centraltheile direct angreifen, bis zu bedeutender Höhe geſteigert werden können.

Man hat in ähnlicher Weiſe wie Reflexbewegungen auch Reflexempfindungen, ſowie Mitbewegungen und Mitempfindungen annehmen wollen. Bei der Reflexbewegung findet offenbar eine Uebertragung der Erregung von einer empfindenden auf eine bewegende Faſer mittelſt der grauen Subſtanz ſtatt. Man glaubte nun nachweiſen zu können, daß auch umgekehrt die Erregung von einer bewegenden Faſer auf die empfindende überſpringen könne, ſo daß in Folge von Bewegungen Schmerz an irgend einer anderen Stelle gefühlt würde, und man nahm endlich auch die Mittheilung der Erregung zwiſchen gleichnamigen Nervenfaſern an, ſo daß die Erregung einer bewegenden Faſer Bewegungen anderer Gebilde, die einer empfindenden Empfindung an anderen Orten erzeugen ſollte. Alle Erſcheinungen, die man zu Gunſten der Reflexempfindungen ſowie der Mitempfindungen angeführt hat, können leicht auch auf andere Weiſe erklärt werden. Dagegen giebt es in der That gewiſſe Mitbewegungen, die davon abzuhängen ſcheinen, daß die von dem Willen mitgetheilte Erregung ſich in dem Gehirne ſelbſt nicht genau localiſirt, ſondern einer ganzen Gruppe von peripheriſchen Nervenfaſern mitgetheilt wird. Dieſe Mitbewegungen können aber eben ſo leicht durch fortgeſetzte Uebung beſeitigt wie errungen werden, ſo daß demnach der Wille auf dieſelben eine ähnliche Herrſchaft erlangen kann, wie auf die Reflexbewegungen. Es giebt eine Menge von Menſchen, die den Ringfinger oder kleinen Finger nicht abgeſondert von einander bewegen können. Durch Uebung beim Clavierſpielen eignen ſie ſich dieſe Fähigkeit an. Andere ſchließen ſtets beide Augen zugleich; ſobald ſie Jagdgänger werden, lernen ſie beim Schießen nur das eine Augenlied zu brauchen. Andererſeits ſind es die angewöhnten Mitbewegungen, welche den weſentlichſten Einfluß ſogar auf die Oekonomie der menſchlichen Ge-

ſellſchaft ausüben. Der geübte Arbeiter, der in derſelben Zeit das Doppelte und Dreifache der Arbeit des ungeübten liefert, unterſcheidet ſich nur dadurch, daß er ſich eine Reihe von Mitbewegungen angewöhnt hat, zu deren Ausführung es keiner beſonderen Operation des großen Gehirnes, keines Nachdenkens und Wollens mehr bedarf, wodurch ſowohl Zeit als Kraft geſpart werden.

An dem verlängerten Marke finden wir in Beziehung auf Bewegung und Empfindung ziemlich dieſelben Erſcheinungen wieder, wie an dem Rückenmarke; außerdem aber treffen wir hier jederſeits faſt in unmittelbarer Nähe der Wurzel des herumſchweifenden Nerven eine nicht ſehr umfangreiche Stelle, von deren Erhaltung die Athemfunction und mithin das Leben des Thieres abhängt. Wir haben oben geſehen, daß die Athmung, wenn auch geſchwächt, beſtehen bleibt, wie hoch oben man auch das Rückenmark am Halſe zerſtören möge; es iſt nicht minder leicht nachzuweiſen, daß die Abtragung ſämmtlicher Hirntheile, welche vor dieſer Stelle liegen, nur einzelne Theile am Kopfe lähmt, die an der Reſpiration Antheil nehmen, während die Athembewegungen des Halſes und Rumpfes ungeſtört fortdauern. Man könnte ſo durch ſchrittweiſes Abtragen der Centralorgane von vorn nach hinten oder von hinten nach vorn bis zu einem kleinen Punkte vorrücken, welcher jederſeits die Bedingung des Athmens in ſich trägt. Führt man einen Schnitt quer vor dem verlängerten Mark ſo durch, daß dieſer Punkt mit dem Rückenmarke zuſammenhängt, ſo ſpielen die reſpiratoriſchen Muskeln des Stammes; im entgegengeſetzten Falle diejenigen des Kopfes. Die Zerſtörung dieſes kleinen Punktes, der bei Kaninchen z. B. eine Länge von höchſtens drei Linien beſitzt, auf beiden Seiten, hat wie bei keinem andern Theile des Centralnervenſyſtemes den unmittelbaren Tod zur Folge. Das Thier ſtürzt wie vom Blitze getroffen zuſammen und es zeigt ſich keine Spur mehr von Athembewegung. Es iſt dieſer Punkt, den man zu erreichen ſucht, wenn man einem Thiere den Genickfang giebt. Merkwürdiger Weiſe behält dieſer für das Leben ſo wichtige Theil,

deſſen Zerſtörung mit ſolcher Schnelligkeit das Leben endet, auch am längſten ſeine Erregbarkeit, ſo daß man durch ſeine Reizung oft noch Athembewegungen erzielen kann, wenn die übrigen Centraltheile keine Bewegung mehr hervorzurufen im Stande ſind.

In derſelben Gegend des verlängerten Markes, in welcher die Centralſtelle der Athmung ſich findet, liegt auch die Vagusquelle des Herzſchlages, und beide Stellen ſind ſo eng verbunden, daß man ſie bei den Verſuchen an lebenden Thieren bis jetzt noch nicht zu trennen vermochte, obgleich andere Erfahrungen nachweiſen, daß beide in gewiſſer Beziehung unabhängig ſind. Bringt man die Drähte eines Magnetelectromotors an das verlängerte Mark, ſo ſteht der Herzſchlag augenblicklich ſtill. Man beobachtet dieſelbe Wirkung, wie bei der gleichartigen Erregung des herumſchweifenden Nerven. So begreift es ſich denn, daß die Trennung des verlängerten Markes durch den Genickfang, indem ſie gleichzeitig Athmung und Herzſchlag aufhebt, den unmittelbaren Tod zur Folge haben muß.

Das geregelte Zuſammenwirken der athmenden Stammmuskeln und des Zwerchfelles, welches ebenſo wie zur Athmung, zum Erbrechen und zur Kothentleerung nöthig iſt, ſowie alle diejenigen Bewegungen, die von ſolchen Nerven direct vermittelt werden, welche in dem verlängerten Marke entſpringen, werden auch von dort aus beherrſcht.

Es hält zwar ſchwer, bei den ſo ſchnell tödtlichen Wirkungen einer Verletzung des verlängerten Markes, die Beziehung deſſelben zu den empfindenden und bewegenden Nervenfaſern zu beſtimmen; es ſcheint indeß, als ob hier die ſogenannten Hülſenſtränge die Fortſetzung der Vorderſtränge des Rückenmarkes ſeien, während die Seitenſtränge des verlängerten Markes eine ſpecielle Beziehung zu den Reſpirationsbewegungen beſitzen, die Pyramiden weder empfindlich, noch motoriſch ſind und auch die Oberfläche des verlängerten Markes keine Empfindlichkeit zeigt. Ein anatomiſches Verhältniß des vorderen Theiles des verlängerten Markes verdient indeſſen noch eine beſondere Erwähnung. Die Faſern der weißen Subſtanz kreuzen ſich nämlich hier in der

Art, daß diejenigen Primitivröhren, welche im Rückenmarke und dem verlängerten Marke auf der linken Seite verliefen, nun nach rechts hinübergehen, während die von der rechten Seite nach links überschlagen. Indeſſen findet dieſe Kreuzung nach den neueren Verſuchen nicht nur in dem verlängerten Marke, ſondern auch weiter nach vorne in dem Hirnſtamme, den Hirnſchenkeln und der Brücke ſtatt, und zwar betrifft ſie vorzugsweiſe nur die Bewegungsfaſern, während die Empfindungsfaſern keine Kreuzung gewahren laſſen. Aus dieſer Kreuzung der Nervenfaſern folgt dann das merkwürdige Verhältniß, daß Verletzungen des Gehirnes, wobei bewegende Faſern in ihrer Function geſtört werden, ſtets von Lähmungen der entgegengeſetzten Seite im Körper gefolgt werden, während natürlich die Lähmungen in denjenigen Theilen, deren Nerven direct vom Gehirne ausgehen, auf der Seite der Verletzung auftreten. Man hat nicht ſo ganz ſelten Gelegenheit, Menſchen zu beobachten, bei welchen die linke Geſichtshälfte gelähmt iſt, ſo daß das linke Augenlied nicht gehoben werden kann, der Mund nach rechts verzogen wird, und wo zugleich der rechte Arm und der rechte Fuß bewegungslos und dem Einfluſſe des Willens entzogen ſind. Solche Erſcheinungen beweiſen Aufhebung der Thätigkeit des Antlitznerven der linken Seite, Lähmung der Körpernerven auf der rechten Seite: ſie führen dadurch auf die nothwendige Folge, daß eine Verletzung des Gehirnes auf der linken Seite vorhanden iſt, welche, vermöge der im verlängerten Marke ſtattfindenden Kreuzung, die rechte Körperſeite gelähmt hat. Dieſe Kreuzung iſt, wie man ſich leicht denken kann, von der größten Wichtigkeit für den Arzt, da er ohne ihre ſpecielle Kenntniß ſtets den Sitz einer im Gehirne ſich entwickelnden Krankheit verkennen würde. Blutanſammlungen in Folge von Schlagflüſſen, Eiterbälge, Geſchwülſte im Gehirne verrathen ihren Sitz meiſt nur durch ſolche gekreuzte Lähmungen, und wenn auch in den meiſten Fällen die örtliche Behandlung nur wenigen Einfluß üben kann, ſo giebt es dennoch einzelne Krankheiten, in welchen es von der höchſten Wichtigkeit für das Leben des Kranken ſein muß, den genaueren Sitz des

Uebels zu erkennen. Gar oft können oberflächliche Eiter- oder Blutanſammlungen, welche das Gehirn zuſammendrücken, durch die Trepanation entleert und dadurch der Kranke oder Verwundete geheilt werden.

Die verſchiedenen Theile des Gehirnes zeigen ſich in ihrem Verhalten zu den Empfindungen ſehr verſchieden. Ehe noch die Verſuche an lebenden Thieren über dieſe Verhältniſſe aufgeklärt hatten, war es den älteren Chirurgen ſchon aufgefallen, daß man bei durchdringenden Kopfwunden, wo die Hemiſphären des großen Gehirnes blosgelegt waren, letzteres berühren, ja ſogar Stücke davon wegnehmen konnte, ohne daß der geringſte Schmerz empfunden wurde. Man konnte dieſe Erſcheinungen nicht durch die öfter eintretende Beſinnungsloſigkeit erklären, da viele Verwundete das Bewußtſein gar nicht verloren und recht gut empfanden, wenn man die Haut ihres Kopfes berührte, während die Verletzung oder Reizung ihres großen Gehirnes durchaus nicht zu dem Bewußtſein gelangte. Die Experimentalphyſiologie hat dieſe Beziehungen in ſo weit aufgeklärt, daß wir ziemlich beſtimmt von den gröberen anatomiſchen Theilen angeben können, welche derſelben unempfindlich, welche dagegen empfindlich ſind, und es ſtellt ſich hier als allgemeines Geſetz heraus: daß der Hirnſtamm in einem großen Theile ſeines Verlaufes empfindlich, ſämmtliche Gewölbtheile aber unempfindlich ſind. Die Hemiſphären des großen Gehirnes, die ſämmtlichen über den großen Hirnhöhlen gelegenen Theile, die Gewölbtheile der Vierhügel über dem Kanale derſelben, die Gewölbtheile des kleinen Gehirnes erſcheinen alle durchaus unempfindlich; man kann ſie bei lebenden Thieren, deren Schädel man geöffnet hat, auf die grauſamſte Weiſe zerfleiſchen, ohne die geringſte Schmerzensäußerung hervorzurufen. Dagegen ſind die zum Hirnſtamme gehörigen Ausſtrahlungen, welche nach dem kleinen Gehirne, den Vierhügeln und dem großen Gehirne gehen und die man mit dem allgemeinen Namen der Hirnſchenkel belegt, die Sehhügel und die Brücke mehr oder weniger empfindlich und die Thiere ſtoßen bei ihrer Berührung die jämmerlichſten Schreie aus.

Es bestätigen diese von allen Forschern in übereinstimmender Weise gewonnenen Resultate die anatomische Annahme: daß die einzelnen Primitivröhren der peripherischen Nerven aus den grauen Knoten des Hirnstammes entspringen, und daß die weiße Nervenmasse, welche die Gewölbtheile bildet, in keinem directen Zusammenhange mit den peripherischen Nerven steht. In der That scheint auch beim Hirnstamme wie beim Rückenmarke die Empfindlichkeit der einzelnen Theile nur von den Nervenwurzeln abzuhängen, die aus ihnen hervorgehen. Wir haben in dem vorigen Briefe gesehen, daß der allgemeine Charakter aller Nervenprimitivröhren darin besteht, daß ihre Function in ihrem ganzen Verlaufe gleichartig ist; wollte man annehmen, daß die Empfindungsfasern bis in die Gewölbtheile des Gehirnes gelangen, so wäre damit auch nothwendig der Schluß gesetzt, daß sie dort ihre Function ändern und einen andern Charakter annehmen müssen. Man könnte nicht behaupten, daß diese Function mit dem Eintreten der Primitivröhren in das centrale Nervensystem geändert werde; denn das Experiment weist nach, daß im ganzen Rückenmarke, im ganzen Hirnstamme innerhalb der weißen Substanz eine solche Veränderung ihrer Function nicht existirt, sondern daß diese im Gegentheil wohl erhalten bleibt; diese Veränderung der Function müßte also erst bei dem Eintritte in die Gewölbtheile entstehen. Eine solche Annahme hat nicht nur keinen vernünftigen Grund für sich, sondern auch das Ergebniß der anatomischen Untersuchung gegen sich, wonach die Wurzelfasern der peripherischen Nerven sich nicht weiter, als bis in die grauen Kerne des Hirnstammes verfolgen lassen.

In diesem eigenthümlichen Verhältniß der leitenden Nervenröhren zu den Centralorganen liegt der Grund einer eigenthümlichen Täuschung, welcher wir namentlich bei den Tast- und Schmerzensempfindungen unterworfen sind. Die Erregung, welche durch irgend einen Anstoß dem peripherischen Ende einer nach dem Centralorgane leitenden Nervenfaser mitgetheilt wird, leitet sich bis zu dem Gehirne fort und wird dort von dem Bewußtsein als local beschränkte Empfindung aufgefaßt. Gewisse Form-

elemente im Gehirne müſſen demnach ſtets einer gewiſſen Localität an der Peripherie entſprechen, ihre Erregung, mag dieſelbe nun von außen her mitgetheilt, oder durch irgend eine innere Urſache erzeugt werden, muß in dem Bewußtſein ſich zu einer local beſchränkten peripheriſchen Empfindung geſtalten. Hieraus folgt denn, daß auch diejenigen Einwirkungen, welche eine centripetal leitende Nervenfaſer nicht an ihrem peripheriſchen Ende, ſondern an irgend einer beliebigen Stelle ihres Laufes treffen, von der dadurch erregten Hirnſtelle als Empfindung des peripheriſchen Endes aufgefaßt werden, wodurch eine wahrhafte Sinnestäuſchung entſteht. Man erlaube mir einen Vergleich. Es exiſtiren zwei Telegraphenbureaus, von denen das eine A das peripheriſche Ende, das andere B das Centralorgan, der dazwiſchen ausgeſpannte Draht den leitenden Nerven darſtellt. Jeder electriſche Strom, der ſich in der Richtung von A nach B bewegt, wird von dem Telegraphiſten in B als von dem peripheriſchen Ende in A kommend aufgefaßt werden, und wenn ohne ſein Wiſſen in der Mitte des Drahtes ein Strom erzeugt, ein neues Bureau errichtet wird, ſo wird er deſſen Mittheilung als von B kommend auffaſſen müſſen. Ganz das Aehnliche findet bei der Auffaſſung in dem Gehirne ſtatt, nur daß hier die durch die Organiſation ſelbſt bedingte Auffaſſung ſo übermächtig iſt, daß die Täuſchung ſelbſt im Widerſtreite mit dem allgemeinen Bewußtſein, das aus vielen anderen Sinnesempfindungen hervorgeht, dennoch ihre Geltung behauptet. Man glaubte früher, daß dieſe Auffaſſung in einer eigenthümlichen Structur der Nerven-Primitivröhren beruhe, weshalb man es als das Geſetz der peripheriſchen Reaction bezeichnete; man hat aber jetzt, bei genauerer Unterſuchung, dieſe Uebertragung der Reizung, welche eine Primitivfaſer irgendwo in ihrem Laufe trifft, auf ihr peripheriſches Ende, dem Centralorgane vindiciren müſſen.

Es iſt dies Geſetz namentlich für die Beurtheilung der Schmerzen, welche in den peripheriſchen Organen auftreten, von der höchſten Wichtigkeit. Jedermann weiß ſchon aus ſeiner eigenen Erfahrung, daß ein Stoß auf den Ellenbogen an dem

Orte, wo der Stamm des Ellenbogennerven über den Knochen läuft, eine äußerſt ſchmerzhafte Empfindung in den äußeren Theilen der Hand, dem Ringfinger und kleinen Finger erregt, daß unleidliches Prickeln, Ameiſenlaufen und ähnliche Erſcheinungen in der Hand und dem Vorderarme einer ſolchen Verletzung folgen. Iſt ja doch dieſe Erfahrung ſo häufig, daß man im gemeinen Leben dieſe Stelle mit dem Namen des „Hochzeitsknöchelchens“ belegt! Es kann hier Jeder das Geſetz der peripheriſchen Reaction der Nerven ohne weiteren Schaden durch das Experiment prüfen. In ungemein vielen ähnlichen Fällen überzeugt man ſich von der durchgreifenden Gültigkeit dieſes Geſetzes. Bei einer Amputation des Oberſchenkels z. B. fühlt der Kranke den Schmerz des Hautſchnittes genau an der richtigen Stelle; es werden hier die peripheriſchen Enden der Hautnerven durchſchnitten. Im Momente aber, wo das Meſſer den Schenkelnerven trennt, glaubt der Verwundete einen heftigen Schmerz in den Zehen, dem Fuße, der Wade zu empfinden, und dieſe Empfindung iſt ſo gewaltig, ihre Oertlichkeit ſo unmittelbar angegeben, daß ſie ſogar über das Bewußtſein des Kranken obſiegt.

Von Seiten des Arztes gehört die größte Vorſicht dazu, um gehörig beſtimmen zu können, wo die erregende Urſache eines Schmerzes zu finden ſei, der in einem peripheriſchen Organe auftritt. Der Laie wundert ſich oft, warum bei einem beſtimmt umſchriebenen Schmerze das ſcheinbar kranke Organ durchaus unberückſichtigt gelaſſen wird und die Wirkungen der Ableitungsmittel auf ganz andere Punkte gerichtet werden, die ihm vollkommen geſund erſcheinen. Die mediciniſchen Annalen ſind mit den grauſamſten Behandlungsfehlern erfüllt, welche in der Nichtbeachtung dieſes einfachen Geſetzes ihren Grund haben, und um zu beweiſen, wie leicht der Irrthum und wie fruchtlos die Behandlung iſt, die auf dies Geſetz nicht Acht hat, möge folgender, aus den Annalen der engliſchen Chirurgie entnommener Fall genügen. Ein junges Mädchen leidet an den heftigſten Schmerzen im Knie, die keiner örtlichen Behandlung weichen wollen. Das Knie ſelbſt erſcheint vollkommen geſund; der Nervenſchmerz iſt

aber so heftig, daß nach einigen Jahren einer durch ihn verbitterten Existenz die Kranke flehentlich um Ablösung des Fußes bittet. Das Bein wird über dem Knie amputirt, aber durchaus ohne allen Erfolg, die Schmerzen wurden nach wie vor in dem jetzt entfernten Knie empfunden. Man amputirt den Schenkel zum zweiten Male höher oben — die Schmerzen bleiben. Die Kranke wird einer dritten Operation unterworfen, in welcher man den Oberschenkel aus der Pfanne des Hüftgelenkes ausschneidet — der Erfolg ist nicht glänzender. Die Gemarterte stirbt endlich und bei der Section zeigen sich einige knöcherne Plättchen in den Durchgangslöchern der Nerven, wodurch die hinteren Wurzeln derselben gereizt wurden. Hier war also der Reiz in der Nähe des Ursprunges der Nerven; seine Folge, der Schmerz, trat in dem peripherischen Verbreitungsbezirk des Nerven am Knie auf, und alle örtliche Behandlung des schmerzenden Theiles, ja selbst seine Entfernung, konnte natürlicher Weise keinen Erfolg haben. Aehnliche peripherische Schmerzen in einzelnen Gliedern hat man schon oft in Folge von Krankheiten der Centralorgane beobachtet.

Aus dem hier angeführten Falle schon geht hervor, daß man sogar Schmerzen in Gliedern fühlen kann, welche verloren gegangen sind, eben weil die verstümmelten Nerven stets noch die Reize, von welchen sie betroffen werden, auf die ihnen fehlende peripherische Endigung übertragen. Aus dieser Uebertragung geht dann die Erscheinung hervor, daß Amputirte, so lange sie leben, stets das Gefühl der Extremität haben, die ihnen fehlt, und selbst 20 und 30 Jahre nach der Operation, nachdem sie sich längst an den Verlust des Gliedes gewöhnt haben, diejenigen Gefühle, welche den Stumpf betreffen, auf das verlorene Glied übertragen. Entzündungen, Verletzungen des Stumpfes werden in dem Fuße oder der Hand schmerzhaft empfunden, und selbst ganz gesunde Leute können trotz der handgreiflichen Ueberzeugung sich dieser Integrirung ihres fehlenden Gliedes nicht entschlagen und begehen in unbewachten Augenblicken Handlungen, welche darauf hindeuten, daß sie sich noch im Besitze ihrer Extremität

fühlen. Sie bedecken ſorgfältig im Bette den Ort, wo der fehlende Fuß liegen würde; ſpringen, plötzlich aufgeſchreckt, in die Höhe, als könnten ſie auf beide Beine ſich ſtützen, und fallen dann zur Erde nieder; greifen mit dem Stumpfe des Armes nach Gegenſtänden, als ob ſie dieſelben mit der fehlenden Hand faſſen wollten, und ähnliche Erſcheinungen mehr. Wie ſehr dieſe Integritätsgefühle der Amputirten in der Organiſation der Nerven begründet ſind, beweiſen auch die Träume ſolcher Verſtümmelten. Anfangs, in den erſten Jahren nach der Operation, träumen ſich die Individuen durchaus geſund, unverletzt; Leute, welche das Bein verloren haben, gehen in ihren Träumen auf zwei geſunden Beinen einher. Allmählich aber miſcht ſich das Bewußtſein der Verſtümmelung in die Traumvorſtellungen: der Menſch beſitzt zwar ſeinen Arm, ſein Bein noch, aber er kann ſich ihrer nicht bedienen und ſchleppt das Glied als unnütze Laſt mit ſich. Es mag wohl wenige Invaliden geben, die alt genug werden, um ſich ſo verſtümmelt zu träumen, als ſie wirklich ſind; aber auch in dieſen Fällen, wo bei den ſubjectiven Vorſtellungen die Erinnerung an ihr früher beſeſſenes Gut verloren gegangen iſt, ſelbſt in dieſen Fällen tritt bei objectiven Verletzungen des Stumpfes das Integritätsgefühl hervor, und der Invalide, der ſich auf Krücken träumte, fühlt bei Entzündung des Stumpfes Schmerzen in den peripheriſchen Theilen ſeines verſtümmelten Gliedes.

Die neuere Chirurgie, welche ſich theilweiſe zur Aufgabe geſetzt hat, verlorene Theile zu erſetzen, hat ſchon manche merkwürdige Reſultate in Hinſicht der Localiſation der Empfindungen geliefert. Verloren gegangene Naſen werden nach den neueren Operationsmethoden in der Weiſe erſetzt, daß man auf der Stirn ein dreieckiges Stück Haut ausſchneidet, welches nur an der Naſenwurzel durch eine Brücke mit der übrigen Haut in Zuſammenhang bleibt. Den auf dieſe Weiſe gebildeten Lappen dreht man um und heftet ihn an die wundgeſchnittenen Ränder der zerſtörten Naſe an. Die neue Naſe iſt demnach aus der Stirnhaut gebildet und fühlt ſich als Stirnhaut ſo lange, als die Brücke noch be-

ſteht, welche man an der Naſenwurzel zu dem Endzwecke gelaſſen hatte, um die Ernährung des Lappens zu unterhalten. Dieſe Brücke wird durchſchnitten, ſobald der Lappen auf den Seiten angeheilt iſt und ſeine Ernährung von der Wange aus geſchehen kann. Unmittelbar nach dieſer Durchſchneidung iſt der Lappen durchaus gefühllos; nach einiger Zeit aber ſtellt ſich allmählich mehr und mehr die Empfindung wieder her, und in den meiſten Fällen fühlt ſich der Lappen dann nicht mehr als Stirn, ſondern eben als Naſe. Es gibt indeſſen auch Fälle, und man hat vergeſſen, auf dieſe Gewicht zu legen, in welchen die neue Naſe ſtets ein mehr oder minder dumpfes Gefühl hat, wie wenn ſie noch in der Stirn läge. Bei einem Operirten, deſſen Brücke ſeit neun Wochen durchſchnitten war, hatte ſich dies Gefühl auf der einen Seite der neuen Naſe ſehr deutlich erhalten. Einige dort befindliche Erhabenheiten wurden mit Kantharidenſalbe betupft, und jedesmal klagte der Kranke über Schmerz, deutlichen Schmerz an derjenigen Stirnſtelle, wo früher der betupfte Ort ſich befand.

Hier hängt es offenbar von dem centralen Punkte ab, welchen die neugebildeten Nervenfaſern erreichen, ob die Empfindung auf die Stirne oder auf die Naſe localiſirt wird. Der von der Stirne auf die Naſe verpflanzte Hautlappen fühlt ſich als Stirn, ſo lange ſeine Nervenverbindung mittelſt der Brücke an der Naſenwurzel noch exiſtirt. Er iſt gefühllos nach deren Durchſchneidung, weil alle ſeine Nerven durchſchnitten ſind. Bilden ſich neue Nervenfaſern in ihm, welche mit den Nervenſtämmen der Wange und durch dieſe mit den Localſtellen der Wange im Gehirn, wenn ich mich ſo ausdrücken darf, in Verbindung treten, ſo fühlt der Hautlappen ſich als Naſe; tritt aber die Vereinigung der neugebildeten Nervenröhren ſo ein, daß die Faſern der Stirnnerven die Leitung übernehmen, ſo wird der Hautlappen ſich als Stirne fühlen. Wir kommen ſomit durch alle dieſe Unterſuchungen nothwendig zu dem Schluſſe, daß in dem Bereiche des empfindenden Nervenapparates ſich drei verſchiedene Gruppen von Gebilden befinden : die einen, welche

die von der Peripherie her übertragenen Empfindungen im Inneren des Centralorganes weiter leiten (die äſtheſodiſchen Elemente); die anderen, welche innerhalb des Centralorganes die locale Empfindung erzeugen; die dritten endlich, welche in dem allgemeinen Bewußtſein dieſe locale Empfindung verarbeiten. Jede dieſer Nervengruppen, für ſich angeregt, mag die ihnen entſprechende Empfindung erzeugen, und manche Krankheitserſcheinungen können hierin ihre Erklärung finden. Die herumziehenden Schmerzen der Hyſteriſchen und Hypochonder, die beſtändig den Ort wechſeln, ohne daß eine locale peripheriſche Veränderung vorhanden ſei, beruhen ſicherlich auf krankhaften Erregungen der empfindenden Nervengruppen, die in dem Centralorgane ſtattfinden.

Die Reſultate der Verſuche hinſichtlich der Bewegung ſind nicht ſo genau und überzeugend, als diejenigen, welche ſich auf die Empfindung beziehen. Es ſind hier zwei Reihen von Thatſachen genau zu unterſcheiden, welche man wohl mit den Namen der directen und indirecten Lähmung bezeichnen könnte. Während die Beobachter einzig nur der erſteren ihre Aufmerkſamkeit zuneigten, vernachläſſigten ſie die Erſcheinungen der letzteren durchaus. Ich will mich deutlicher ausdrücken. Wenn man eine motoriſche Primitivröhre reizt, ſo ziehen ſich diejenigen Muskeln zuſammen, zu welchen ſie ſich begiebt. Reizt man einen Theil des Rückenmarkes, den man iſolirt hat, um den ſpäter zu beſprechenden mitgetheilten Bewegungen zu entgehen, ſo bewegen ſich die Muskeln, zu welchen die gereizten Nervenfaſern gehen. Zerſtört man die Nervenfaſern, ſo hört die Bewegung auf. Zerſtört man die Bewegung leitenden Elemente (die kineſodiſchen Theile der Vorderſtränge und der grauen Subſtanz), ſo tritt Lähmung ein. Dies iſt eine directe Reizung, eine directe Lähmung, bedingt gleichſam durch Zerſtörung der Brücke, auf welcher die Reaction gegen den Reiz fortſchreiten muß.

Das Centralnervenſyſtem beſitzt aber, wie wir im Verlaufe dieſer Unterſuchungen ſehen werden, beſondere Eigenſchaften, wodurch die Nervenkraft erhalten, die Empfindungen dem Bewußtſein zugeführt, die Bewegungen dem Willen unterworfen

und in ihrer Harmonie zuſammengruppirt werden. Werden die Theile, welchen dieſe Eigenſchaften zukommen, verletzt, ſo hören auch die Bewegungen auf. Werden diejenigen Theile verletzt, welche dem Bewegungswillen (wenn es erlaubt iſt, ſich ſo auszudrücken) und der Ueberleitung des Willens zu den bewegenden Primitivröhren vorſtehen, ſo können die Bewegungen zwar noch durch directe Reize hervorgerufen werden, nicht aber mehr durch den Willen des Individuums, für welches dieſe indirecte Lähmung eben ſo vollkommen iſt, als diejenige, welche durch directe Zerſtörung der bewegenden Nervenprimitivröhren hervorgebracht iſt. Gewiß muß man auch hier noch im Centralorgane beſondere Elemente unterſcheiden, welche den Willen zeugen, andere, welche ihn fortleiten, andere, welche ihn übertragen. Ich beobachte gegenwärtig eine durch einen Schlagfluß (Blutaustritt im Gehirne) an der Sprache gelähmte Kranke. Sie ſpricht zuweilen die ſchwierigſten Worte, die ein Franzoſe niemals artikuliren könnte, deutlich aus — die bewegenden Faſern ſind alſo nicht gelähmt; ſie hat den Willen und gibt ſich Mühe, daſſelbe Wort zu wiederholen — die Willenselemente ſind alſo ungeſchwächt —, nichts deſto weniger kann ſie das Wort nicht wiederholen, das ſie im Augenblicke vorher hervorſtieß. Muß man die Erſcheinung vielleicht ſo auffaſſen, daß die Artikulirung des, ſtets zur Situation paſſenden Wortes, z. B. ſchrecklich! oder Herr Jeſus! nur eine Reflexbewegung iſt, hervorgerufen durch eine Vorſtellung, daß dagegen die Willensleitung unterbrochen iſt? Man denke über die ſpäter zu betrachtenden Zwangsbewegungen nach, welche ſich nach Durchſchneidung gewiſſer Hirntheile einſtellen, und ſage ſich, ob hier nicht der Wille beſteht, ſeine Ueberleitung aber geſtört oder ſelbſt nur gefälſcht iſt?

Als allgemeines Reſultat läßt ſich behaupten, daß keine Primitivröhre eines peripheriſchen Nerven weiter als bis in das Rückenmark oder den Hirnſtamm vordringe, daß mithin alle Functionen der peripheriſchen Nerven nur im Rückenmarke und im Hirnſtamme concentrirt ſeien. Nichts deſto weniger ſehen wir täglich Lähmungen der Gliedmaßen, bedingt durch Krank-

heitsprozeſſe, welche in Gehirntheilen ihren Sitz haben, deren Reizung keinen Schmerz, keine Bewegung bedingt. Weit entfernt, dieſe Erſcheinungen aus indirecter Lähmung herleiten zu wollen, bedingt durch Vernichtung derjenigen Theile, welche den bewegenden Primitivfaſern den Befehl zur Ausübung ihrer Function mittheilen, ſuchte man ſich durch mancherlei ſonderbare Hinterthüren aus der Schlinge zu ziehen. Man ſagte, es finde Druck auf den Hirnſtamm ſtatt; man ſchloß, daß die Primitivröhren dennoch bis in die ſchmerzloſen Theile vordrängen, wobei man ſich auf die Faſerung der weißen Subſtanz ſtützte, daß ſie aber ihren Character änderten, und dergleichen Erklärungsverſuche mehr. Experiment und Beobachtung, wenn auch unvollſtändig, haben uns doch Thatſachen geliefert, die als Anhaltspunkte einer conſequenten Betrachtung der Erſcheinungen dienen müſſen. Wagen wir einmal conſequent zu ſein. Stellen wir die Elemente unſerer Schlüſſe zuſammen. Die bewegenden Primitivröhren enden im Hirnſtamme. Thiere, Vögel, denen das große Gehirn fehlt, führen noch, wie wir ſehen werden, zweckmäßige Bewegungen aus, aber nur auf äußeren Anſtoß. Leute, die an Krankheiten der Gewölbtheile leiden, ſind oft gelähmt; ſie möchten die gelähmten Glieder bewegen, können aber nicht. Druck auf den Hirnſtamm anzunehmen, iſt in den meiſten Fällen dieſer Art geradezu Unſinn; wie ſoll eine erweichte Stelle in der Hemiſphäre den Hirnſtamm zuſammendrücken? Doch zurück zu unſeren Prämiſſen. Warum bewegt ſich der Vogel ohne Großhirn nicht? Er empfindet kein Bedürfniß, Bewegung zu wollen; regt man die Bewegung direct an, ſo bewegt er ſich. Die Reflexbewegungen ſind ungeſtört, ſoweit ſie von den vorhandenen Theilen abhängen. Warum bewegt ſich der Kranke nicht? Seine bewegenden Primitivröhren ſind unverletzt, denn galvaniſche Reizung bringt ſie in Thätigkeit; er kann wollen, ſich ſelbſtſtändig das Bedürfniß der Bewegung hervorrufen, was der enthirnte Vogel nicht konnte, aber die Brücke fehlt, der Wille wird den bewegenden Organen nicht mitgetheilt; daher die Lähmung. Wir haben demnach, auch abgeſehen von den Reflexbewegungen, drei Klaſſen von Theilen,

welche zur Bildung einer gewollten Bewegung nöthig ſind: direct bewegende Primitivröhren, welche der Wille oder ein Reiz treffen muß, die aber ſelbſtſtändig ihre Thätigkeit nicht hervorrufen können; Theile, die den Willen leiten, und endlich Theile, die den Willen bedingen, gleichſam ausarbeiten. Zerſtörung eines jeden dieſer Theile kann Lähmung bedingen; in jedem vorliegenden Falle wird es davon abhängen, zu beſtimmen, welcher Art die Lähmung ſei. Wie man ſieht, ſtimmen dieſe Reſultate durchaus mit denjenigen überein, die wir bei der Analyſe der Empfindungen erhielten, wo ebenfalls eine dreifache Gruppirung der Elementartheile ſich herausſtellte.

Kehren wir nun zur Darſtellung derjenigen Reſultate zurück, welche uns die Verſuche über die Beziehungen der einzelnen Hirntheile zu den Nervenfunctionen gegeben haben, ſo ſehen wir, indem wir im Hirnſtamme von unten nach oben aufſteigen, zuerſt in den Kleinhirnſchenkeln eine offenbare Beziehung zu den Muskeln der Wirbelſäule. Durchſchneidet man einen dieſer Theile in der Nähe der Brücke, ſo rollt das Thier ſich, ſobald es ſich bewegen will, um ſeine Achſe nach der verletzten Seite hin; durchſchneidet man den Kleinhirnſchenkel weiter oben, ſo findet das Rollen gegen die geſunde Seite hin ſtatt. In dem erſten Falle ſind die Drehmuskeln der Wirbelſäule auf der entgegengeſetzten Seite, im letzteren Falle auf der Seite der Verwundung gelähmt. Bei operirten Thieren wirken dieſe Rollbewegungen ſo intenſiv, daß ein Beobachter erzählt, er habe ein Kaninchen, das man nach der Operation in Heu geſteckt, am andern Morgen wie eine Korbflaſche eingewickelt wieder gefunden; auch von Menſchen ſind Fälle bekannt, wo bei Entartung der Kleinhirnſchenkel der Kranke ſolche Drehungen um die Achſe ſeines Körpers beſonders im Schlafe vornahm. Werden beide Kleinhirnſchenkel durchſchnitten, ſo wird die Bewegung des Körpers im allgemeinen geſchwächt, der Gang des Thieres wegen mangelnder Fixation der Wirbelſäule ſchwankend und unſicher, während ſonſt kein beſonderes Symptom am Körper hervortritt. Wohl aber zieht jede Verletzung der Kleinhirnſchenkel eine Veränderung der

Augenstellung nach sich, indem das Auge der verletzten Seite nach vornen und unten, dasjenige der gesunden nach hinten und oben sich einstellt.

Die Brücke und die Hirnschenkel entsprechen in mancher Beziehung den Strängen des Rückenmarkes : sowie diese, sind sie empfindlich, die Brücke namentlich auf ihrer vorderen Fläche. Die Durchschneidung der Theile bewirkt ebenso wie beim Rückenmarke eine gesteigerte Empfindlichkeit in derjenigen Seite des Kopfes und des Körpers, welche der Verletzung entspricht. Auch in Krankheiten hat man dies in so fern bestätigen können, als sehr häufig Schmerzen in verschiedenen Körpertheilen beobachtet wurden, welche mit Entartungen dieser Theile in Zusammenhang standen. Außerdem zeigen sich offenbare Beziehungen zu den Bewegungen. Durchschneidet man einen Hirnschenkel oder die Brücke auf einer Seite, so entsteht eine seitliche Steuerung der Bewegungen, welche die Thiere mit ihrem Willen nicht mehr bemeistern können und wodurch sie statt in geraden Linien, sich in Kreislinien bewegen, indem sie nach der verletzten Seite hin sich etwa ganz in derselben Weise im Kreise drehen, wie ein schulgerecht zugerittenes Pferd auf der Reitbahn. Der französische Beobachter, welcher diese abnormen Bewegungen zuerst sah, hat sie deshalb auch richtig mit dem Namen der Manège-Bewegungen bezeichnet. Zum Beweise, daß die Thiere auch gegen ihren Willen und dann, wenn sie den Körper in gerader Linie fortbewegen wollen, dennoch in dem Kreise sich bewegen müssen, erzählt ein Beobachter Folgendes : „Hat man eine Anzahl solcher operirter Thiere in einem großen geräumigen Local zusammen, so bewegen sie sich die ersten Tage beständig im Kreise. Hat man sie vor dem Versuche soweit gezähmt, daß sie herbeilaufen, wenn man ihnen Futter hinwirft, so werden sie auch jetzt noch auf dem nächsten Wege herbeizukommen versuchen, werden ihre Hinterfüße also kräftiger ausstrecken; aber dies wird nur der Drehung einen größeren Durchmesser geben, sie können sich nicht auf geradem Wege, sondern nur in spiraligen Touren dem Futter nähern. (Man kann sie die Form dieser Touren zeichnen lassen,

wenn man ihre Füße mit Oel befeuchtet.) Nach wenigen Tagen aber hat ihnen die Erfahrung ein Mittel gezeigt, die ihnen offenbar läſtige Kreisbewegung ſo viel als möglich zu vermeiden. Man ſieht jetzt, daß ſie ſich, wenn ſie das ganze Zimmer durchlaufen wollen, immer zuerſt an die Wand begeben, welche der Seite der Drehung entſpricht, und ſich längs derſelben hinbewegen. Hals und Kopf finden nun an der Wand ein Hinderniß der Abweichung und die Hinterfüße können ſie gerade fortſtoßen."

Ganz in ähnlicher Weiſe wirken Verletzungen der Sehhügel, nur mit dem Unterſchiede, daß die Thiere, wenn das hintere Drittel der Sehhügel getroffen wird, ebenſo wie bei Wunden der Hirnſchenkel, nach der geſunden Seite, bei Wunden der beiden vorderen Drittel hingegen nach der Schnittſeite hin ihre Kreisbewegungen ausführen, ſo daß alſo in den Sehhügeln ſelbſt eine Kreuzung ſtattfindet. Im übrigen haben dieſe Organe durchaus keine Beziehung zu den Augen, wie ihr Name glauben machen könnte.

Von dieſen auf mechaniſche Weiſe hervorgebrachten Drehbewegungen, die nach Verletzung einiger Hirnſtammtheile vorkommen, ſind diejenigen Bewegungen wohl zu unterſcheiden, welche öfters bei Verletzung des Mittelhirnes vorkommen. Dieſes ſteht in beſonderer Beziehung zu der Function des Sehens. Verletzungen der Vierhügel, welche die vordere Hälfte derſelben treffen, ziehen eben ſo gut Blindheit nach ſich, als wenn der Sehnerve ſelbſt zerſtört worden wäre, nur mit dem Unterſchiede, daß die Blindheit auf dem entgegengeſetzten Auge auftritt; ein Umſtand, der ſich leicht dadurch erklärt, daß die Sehnerven unmittelbar nach dem Austritte aus dem Gehirne ſich in dem ſogenannten Chiasma kreuzen. Plötzliche Blindheit auf einem oder auf beiden Augen bewirkt aber bei Thieren ſehr ſeltſame Erſcheinungen. Eine Taube, der man ein Auge mit ſchwarzem Taffet zuklebt, dreht ſich im Kreiſe dem geſunden Auge nach. Ein Thier, deſſen Sehnerve plötzlich durchſchnitten wird, dreht in gleicher Weiſe. Kaninchen, deren Sehnerven man beiderſeits plötzlich zerſtört, ſchießen wie Pfeile über den Operationstiſch

weg in unaufhaltſamer Flucht voran, bis ſie wider die Wand ſtoßen. Gleiche Beobachtungen hat man nach Durchſchneidung der Vierhügel auf beiden Seiten gemacht. Der Schrecken, verurſacht durch die plötzlich eingebrochene Nacht, in welcher ſich die ſchon von Natur ſo ängſtlichen Stallhaſen befinden, erklärt ſolche plötzliche Fluchtverſuche mehr als genug. Verletzungen der hinteren Hälfte der Vierhügel dagegen lähmen die Bewegungen der Augen und Pupille, ohne, wie es ſcheint, die Sehkraft ſelbſt bedeutend anzugreifen.

Noch weniger als vom Hirnſtamme und den denſelben zunächſt begrenzenden Gebilden, die wir ſo eben betrachteten, können wir von den Gewölbtheilen des kleinen und großen Gehirnes ſagen. Die ſeitlichen Lappen des kleinen Gehirnes zeigen zu den Kleinhirnſchenkeln einen ähnlichen Gegenſatz, wie die Sehhügel zu den Großhirnſchenkeln. Nach ihrer Durchſchneidung wird der Körper nach der geſunden Seite hin gerollt, während die Augen zugleich ſich ſo ſtellen, daß dasjenige der geſunden Seite nach vornen und unten, dasjenige der kranken nach hinten und oben gerichtet ſcheint. Bei Abtragung des kleinen Gehirnes ſelbſt verliert die Wirbelſäule gänzlich ihre Fixation; ſelbſt beim ruhigen Stehen ſchwanken die Thiere hin und her, ihr Gang ähnelt demjenigen eines Betrunkenen, die Bewegungen werden haſtig und unregelmäßig ausgeführt und ermangeln der nöthigen Coordination. Man hat längſt nachgewieſen, daß diejenige Anſicht, wonach das kleine Gehirn eine Art von Hemmungsapparat wäre, der die ungezügelte Bewegungskraft lenke und mäßige, in unrichtiger Auffaſſung der Erſcheinungen ihren Grund hatte.

Die Streifenhügel, welche anatomiſch noch zu dem Gehirnſtamme zu gehören ſcheinen, ihrer Function nach dagegen ſichtlich Theile des großen Gehirnes bilden, ſind ſelbſt durchaus nicht empfindlich und erregen auch bei Reizung keine directen Bewegungen. Ihre Verwundung und Durchſchneidung bewirkt aber höchſt eigenthümliche Erſcheinungen. Das Taſtgefühl im ganzen Körper iſt verſchwunden, das Schmerzgefühl dagegen vorhanden; die regelrechte Bewegung und Bewegungsfähigkeit vollkommen er-

halten, jede Initiative dazu vollſtändig aufgehoben. Indem man die Theile vorſichtig anfaßt und langſam bewegt, kann man die Thiere in jede noch ſo unnatürliche und ſeltſame Stellung bringen, ohne daß ſie im mindeſten dieſelbe zu verändern ſuchen, während geſunde Thiere augenblicklich die Stellung verändern würden. Die Krankheitslehre kennt unter dem Namen der Katalepſie eigenthümliche Krampfzuſtände, in welchen die vollkommen beweglichen Glieder ebenfalls in die unnatürlichſten Stellungen gebracht werden können und in denſelben verharren, ohne daß der Kranke ſie zu verändern ſuchte, während der Geſunde ſie nur wenige Secunden auszuhalten vermöchte. Ganz ſo verhält ſich das operirte Thier in der Ruhe; drückt man es aber ſtärker, kneipt man es bis zum Schmerze, ſo erhebt es ſich und ſpringt vorwärts. Anfangs nur langſam, dann ſchneller und ſchneller, endlich mit raſender Haſt, bis es an ein Hinderniß anprallt und nun in derſelben Stellung verharrt, in welcher es anprallte. Keine Spur von Initiative zur Aenderung, in der Ruhe wie in der Bewegung; findet das Thier kein Hinderniß, ſo rennt es, bis es erſchöpft zuſammenſtürzt. Wie man ſieht, wirkt hier in der Ruhe, wie in der Bewegung durchaus daſſelbe paſſive Moment fort. Jeder Zuſtand wird fortgeſetzt, ohne daß eine Selbſtbeſtimmung zu ſeiner Aenderung möglich wäre.

Es iſt ſchon vielen Experimentatoren gelungen, Vögel, denen man das ganze *große Gehirn* weggenommen hatte, bei künſtlicher Fütterung Monate lang am Leben zu erhalten und ſo die Erſcheinungen zu ſtudiren, welche ſolche des großen Gehirnes beraubte Thiere darbieten. Säugethiere überleben die Operation gewöhnlich nur einige Stunden, weil meiſtens ſich am verlängerten Marke Blut anſammelt, welches nach und nach die Centralſtellen der Athmung zuſammendrückt und auf dieſe Weiſe das Leben endet. Sie eignen ſich deshalb weniger gut zu Beobachtungen, welche indeſſen, ſoweit man ſie bis jetzt anſtellen konnte, die an Vögeln gemachten vollkommen beſtätigten. Tauben, die auf dieſe Art operirt ſind, ſitzen wie in beſtändigem Schlummer. Sie haben den Hals eingezogen, die Flügel am Leibe und ruhen an-

fangs zumeiſt auf beiden Füßen. Stößt man ſie, kneipt man ſie in die Füße, ſo erwachen ſie, ſchütteln den Körper und die Federn, öffnen die Augen, bewegen ſich ſchwankend ein paar Schritte weit vorwärts, fallen aber dann in den vorigen Schlummer zurück. Läßt man ſie aus der Höhe herabfallen, ſo breiten ſie die Flügel aus, fliegen auch ganz gut und in beſtimmter Richtung, nur ſinken ſie bald auf den Boden, von dem ſie ſich nicht zu erheben ſtreben. Zuweilen aber erwachen ſie von ſelbſt, und dann beſteht ihr einziges Geſchäft darin, ihre Federn zu putzen und zu ordnen. Die Augen ſind empfindlich gegen das Licht; die Taube ſchließt zwar die Augenlieder nicht, ſobald man ihr eine Kerze nähert, aber ſie zeigt doch einige Unruhe und folgt ſelbſt in ihren Bewegungen mit dem Kopfe einer Kerze, die man im Dunkeln vor ihren Augen umherdreht. Auch die übrigen Sinnesempfindungen ſcheinen, wenn auch ſtumpfer, erhalten, was man namentlich für den Geſchmack nachweiſen kann. Beim Berühren der Zehen entfernt ſie den Fuß; wiederholt man mehrmals dieſelbe Berührung, ſo birgt ſie den Fuß unter den Flügel und bleibt, ohne zu wanken, im Gleichgewichte auf einem Fuße ſitzen. Kneipt man nun den anderen Fuß, ſo zieht ſie den zuerſt verborgenen hervor und ſteckt denjenigen unter, welchen man zuletzt berührte. Hält man ihr ſcharf ſtechende, ätzende Subſtanzen, wie Ammoniak, an die Naſe, ſo ſchüttelt ſie heftig den Kopf, kratzt mit dem Fuße an der Naſe, um den reizenden Körper wegzubringen. Sie iſt unfähig, ihr Futter zu picken; man muß ihr den Schnabel öffnen und das Futter bis zur Zungenwurzel einbringen, worauf ſie daſſelbe hinunterſchluckt.

Es zeigen dieſe Erſcheinungen, daß die Bewegungen nach der Wegnahme des großen Gehirnes nicht nur in ihrer ganzen Vollſtändigkeit erhalten bleiben, ſondern daß ſie auch dieſelbe Zweckmäßigkeit in ihren Combinationen behalten, welche ſie in dem unverletzten Thiere beſaßen, wenn gleich das ganze Verhalten der Bewegungen darauf hindeutet, daß ſich das Thier in einem gewiſſen Traumzuſtande befindet, in welchem es ſich weder der Empfindungen, noch der Bewegungen klar bewußt wird.

Man ſieht, daß hier eine gewiſſe Verſchiedenheit mit den Reflexbewegungen ſtattfindet, die darauf begründet iſt, daß bei den Reflexbewegungen zwar einzelne Bewegungen eine gewiſſe Zweckmäßigkeit haben können, daß aber die Gruppirung und Combination mehrerer Bewegungen zu einem beſtimmten Zwecke fehlt. Ein enthauptetes Thier flattert noch krampfhaft, fliegt aber nicht. Es kann weder ſeine Federn putzen, noch ſich im Gleichgewichte auf den Füßen erhalten, aber es macht Bewegungen zur Abwehr des Schmerzes, die dieſem beſchränkten Zwecke angepaßt ſind. Anders das enthirnte Thier, bei welchem der Hirnſtamm mit dem kleinen Gehirne erhalten ſind. Alles, was das Thier im Schlafe zu thun vermag, kann hier mit derſelben Vollſtändigkeit ausgeübt werden. Die unverkennbare Stupidität und Theilnahmloſigkeit des enthirnten Thieres beweiſt, daß die Intelligenz hier wahrhaft verloren gegangen iſt, daß keine Vereinigung der gefühlten Empfindungen zu Vorſtellungen und Willensäußerungen ſtattfindet, daß eben, wie ein neuerer Beobachter ſich ausdrückt, das Thier vor dem gefüllten Troge Hungers ſterben kann, weil es das Bild der Nahrung und das Bedürfniß derſelben nicht mehr zu der Freßbewegung vereinigen kann.

Trägt man die Hirnlappen nach und nach ab, ſo treten alle dieſe Erſcheinungen nach und nach ſtets deutlicher hervor, ohne daß nach irgend einer Richtung hin ein beſonderer Eingriff nachgewieſen werden könnte.

Die Abtragung einer Hälfte des großen Gehirnes hat gar keinen bemerkbaren Einfluß — die andere Hälfte vicarirt vollkommen und genügt alſo zur Uebernahme der normalen Gehirnthätigkeit. Dagegen erſchöpft ſich dieſe Thätigkeit viel ſchneller, als bei unverſehrtem Gehirn — eine Erſcheinung, die ſich auch ſchon bei Menſchen nach tiefen Hirnwunden mit Subſtanzverluſt gezeigt hat.

Fragen wir nun nach den genauer begründeten Thatſachen aus der Krankheitslehre, die uns über die Gewölbtheile des menſchlichen Gehirnes und die ſpecielleren Functionen ihrer einzelnen Theile beim Menſchen Aufſchluß geben ſollen, ſo befinden

wir uns um ſo mehr in großer Ungewißheit, als hier nicht einmal die ſpärliche Quelle des Verſuches fließt, ſondern man einzig auf diejenigen Verſuche hingewieſen iſt, welche uns durch Unglücksfälle oder Krankheiten entgegengeführt werden. Aus den langen Liſten von Krankheitsgeſchichten und Leichenbefunden, bei denen Entartungen des Gehirnes, Zerſtörungen einzelner Theile desſelben nachgewieſen wurden, läßt ſich kaum eine ſichere Schlußfolgerung ziehen. Selbſt in Beziehung auf die Lähmungen, welche durch Blutergießungen im Gehirn, durch die ſogenannten Schlagflüſſe erzeugt werden, ſind wir noch gänzlich im Unklaren. Nur ſo viel wiſſen wir, daß dieſe Lähmungen ſtets, ohne Ausnahme, auf der entgegengeſetzten Seite des Körpers auftreten, daß ſie jedesmal vorhanden ſind, wenn der Hirnſtamm von der Entartung oder dem Drucke betroffen wird und daß die ſeitlichen Lähmungen, die durch Hirnwunden oder Krankheiten des Gehirnes beim Menſchen erzeugt werden, vollkommen und dauernd ſein können, während Hirnwunden bei Thieren niemals dauernde halbſeitige Lähmungen hervorbringen. Ob eine ähnliche vollſtändige Kreuzung hinſichtlich der Empfindung im Gehirne ſtattfindet, wie hinſichtlich der Bewegung, iſt noch eine offene Frage, da die Empfindung niemals von den Entartungen ſo ausgiebig betroffen wird, als die Bewegung — der Umſtand, daß man beim Zuſammendrücken einer Halsſchlagader abnorme Taſtempfindungen in der entgegengeſetzten Körperhälfte verſpürt, ſcheint indeß dafür zu ſprechen. In Beziehung auf die geiſtigen Fähigkeiten, die dem Gehirne allein zuſtehen, wiſſen wir nichts, als was auch aus den Verſuchen an Thieren hervorgeht: zunehmende Verdummung bei zunehmender Zerſtörung. Die Abnahme beſtimmter Fähigkeiten nach Verletzung oder Zerſtörung beſtimmter Hirntheile läßt ſich nirgends mit Sicherheit nachweiſen. Dies kann um ſo weniger auffallen, als die beiden Seitenhälften des Gehirnes ſymmetriſch gebaut ſind, die Verletzungen aber faſt ſtets nur eine Seite treffen, wo dann, wie der Verſuch lehrt, die gleiche Function der anderen Hirnhälfte die Folgen der Verletzung wenigſtens bedeutend ſchwächt und unmerklich macht.

Ein Reihe von krankhaften Erſcheinungen, ſo wie zahlreiche Verſuche erweiſen einen bedeutenden Einfluß des Centralnervenſyſtemes, und namentlich des Gehirnes, auf die Bewegungen und Empfindungen der Eingeweide, deren Thätigkeit unſerem Willen entzogen iſt. Die Zuſammenziehungen des Magens, der Gedärme, der Ausführungsgänge der Drüſen, wie der Harnleiter und des Gallenkanales, die wurmförmigen Bewegungen der inneren Geſchlechtstheile können durch Reizung gewiſſer Hirntheile angeregt und beſchleunigt werden. Die Abſonderungen ſelbſt werden von den Centralorganen aus in gewiſſer Weiſe dadurch beherrſcht, daß die Gefäßnerven mit einzelnen Theilen derſelben in Beziehung ſtehen. Es iſt kein Ammenmährchen, daß die Milch der Ammen durch Aufregung ſchädlich werden, daß Gallenerguß, Durchfälle, profuſe Schweiße, Harnabſonderung durch beſondere Gehirnzuſtände hervorgerufen werden können. Daß die Veränderungen im vegetativen Leben häufig ſehr tief greifen können, beweiſen der ſogenannte Diabetes-Stich, den wir früher erwähnten — nämlich die conſtante Erſcheinung von Zucker im Harn nach Verletzung des verlängerten Markes, ſo wie die höchſt bedeutenden Erſcheinungen im Bereiche der Ernährung des Kopfes nach Verletzung der Brücke, auf welche wir hier nicht weiter eingehen können.

Nicht minder offen erſcheinen zuweilen die Senſibilitätsverhältniſſe zwiſchen den Eingeweiden und dem Centralnervenſyſteme ausgeſprochen. Die heftigen Stirnſchmerzen bei Leberleiden, die Hallucinationen und Phantaſieen, welche als Folge chroniſcher Unterleibskrankheiten oft vorkommen und zuweilen gänzlich das eigentliche Leiden maskiren, gehören in das Bereich ſolcher Erſcheinungen, die aber nur noch ſehr unvollſtändig erforſcht ſind.

Dreizehnter Brief.

Nervenkraft und Seelenthätigkeit.

Die eigenthümlichen Eigenschaften des Nervensystems, über die man freilich erst nach und nach einen den Thatsachen entsprechenden Ueberblick erhielt, haben von jeher die speculative Richtung der physiologischen Forschung in hohem Grade angeregt. Fast jede ärztliche Schule hatte auch ihre besondere Theorie über die Nerven, und je nachdem man ihnen einen größeren oder geringeren Antheil an den Krankheiten zuschrieb, wurde auch diese Theorie mit mehr oder minder lebhaften Farben ausgeschmückt. Als man die mikroskopische Structur der Nervenröhren genauer erforscht hatte, schien die Schnelligkeit der Mittheilung innerhalb dieser mit halbfester Substanz gefüllten Röhren in schneidendem Gegensatze mit der vollständigen Ruhe und Bewegungslosigkeit des Nerveninhaltes selbst zu stehen. Viele Forscher gaben sich vergebliche Mühe, in einem erregten Nerven in einem Augenblicke, wo er Schmerz erzeugte oder eine Muskelbewegung vermittelte, Bewegungen nach der einen oder nach der anderen Richtung hin zu sehen. Selbst in dem Augenblicke, wo die Durchleitung rasch wechselnder electrischer Schläge den Schenkel eines Frosches in Starrkrämpfen zusammenzog, selbst in diesem Augenblicke der höchsten Wirkung sah man nicht die mindeste Veränderung innerhalb der Nervenröhren. Es war augenscheinlich, daß die Mittheilung der Leitung innerhalb der Nervenröhren, die Fortpflanzung der Erregung nach einer bestimmten Richtung hin, mit einem Worte die ganze Wirkung der Nerven, von Molecularveränderungen abhängig sein mußte, welche selbst unserem mit dem

Mikroſkope bewaffneten Auge eben ſo unzugänglich waren, wie die Schwingungen in einem Kupferdrahte, der den electriſchen Strom durch meilenweite Entfernungen leitet.

Die Unterſuchungen der Neuzeit haben, indem ſie einen andern Weg der Unterſuchung einſchlugen, auch zu weiteren Reſultaten geführt. Schon aus den vorigen Briefen ging hervor, daß wir verſchiedene Mittel beſitzen, einen Nerven in Erregung zu verſetzen; — auf mechaniſche Weiſe, durch Stechen, Kneipen, durch chemiſche Mittel, wie Säuren oder Aetzlaugen, und endlich durch die Electricität, welche in jeder Beziehung das mächtigſte Erregungsmittel iſt, und ſelbſt dann noch Wirkungen hervorbringt, wenn die übrigen Reize gänzlich verſagen. Seit der Entdeckung des Zuckens jenes Froſchſchenkels, deſſen Nerv zufälliger Weiſe mit einem aus einem ſilbernen Löffel und einer Meſſerklinge zuſammengeſetzten electriſchen Elemente in Berührung kam, ſeit jener Entdeckung iſt der enthäutete Froſchſchenkel eines der wichtigſten Inſtrumente geworden, ohne deſſen Hülfe weder die Nervenphyſik noch die Electricitätsphyſik ſelbſt jemals zu ihrem heutigen Standpunkte gekommen wären; denn während der electriſche Multiplicator äußerſt ſchwache electriſche Ströme nachweiſen, ihre Richtung angeben und von in längeren Zeiten erfolgendem Wechſel die Stärke anzeigen kann, erſetzt ihn der Froſchſchenkel durch ſeine Zuckungen gerade in denjenigen Fällen, wo der Multiplicator ſeiner Trägheit wegen den Dienſt verſagt. Jede noch ſo raſche Veränderung eines Stromes, und wenn ſie auch in faſt unmeßbarer Zeitdauer einträte und augenblicklich vorüberginge, wird durch den Froſchſchenkel mit einer Zuckung beantwortet. So hat man denn in den geeigneten Fällen bald das eine künſtliche, bald das andere von der Natur gebotene Inſtrument benutzt, um ſich über die electriſchen Eigenſchaften der Nerven Aufſchluß zu verſchaffen, und hieraus auf die Molecularveränderungen in den Nerven ſelbſt und das in ihnen wirkende Agens zurückſchließen zu können. Es würde zu weit führen, wollten wir uns weitläufiger mit dieſen Unterſuchungen beſchäftigen, deren Verſtändniß nothwendig ein tieferes Eingehen

in die physikalische Lehre von der Electricität erfordern würde. Die Schlüsse, welche aus Reihen der delicatesten Versuche hervorgegangen sind, führen zu dem Resultate: daß jeder lebende erregbare Nerve des Körpers gewissermaßen eine geschlossene electrische Säule darstellt, deren positiver Pol gegen die Längsaxe, der negative gegen die Queraxe gerichtet ist, und dessen electrische Massen durch einen feuchten indifferenten Leiter, die Scheide, umschlossen sind. Das Nervenmark und besonders der Axencylinder ist also einzig die wahre Nervensubstanz, während alle übrigen Scheidengebilde nur zur Isolirung dieses Inhaltes dienende Organe sind. Im Zustande der Ruhe erzeugt demnach schon jeder Nerve einen electrischen Strom, den ruhenden Nervenstrom, welcher bei der Erregung in wesentlicher Weise verändert wird. Schließt man nämlich durch das Stück eines Nerven die Kette einer electrischen Säule in der Weise, daß dieser erregende Strom den Nerven in derselben Richtung durchstreicht, in welcher der ursprüngliche Nervenstrom in der weiteren Fortsetzung des Nerven läuft, so wird dieser Strom gestärkt, bei entgegengesetzter Richtung aber vermindert. Zu diesem Versuche, wie überhaupt zu jeder Fortpflanzung der Erregung und des dadurch bewirkten electrischen Zustandes der Nerven bedarf es aber des vollkommenen ununterbrochenen Zusammenhanges des Inhaltes der Nervenröhren. Hebt man diesen auf, selbst in einer Weise, daß die Electricität noch auf der Außenfläche fortgeleitet wird, so ist nichts desto weniger die Fortpflanzung im Inneren der Nervenröhren aufgehoben. Schnürt man den Nervenstamm z. B. mit einem nassen Faden zusammen, so wird hierdurch jede Fortleitung der Erregung in den Nerven aufgehoben. Ist es ein Muskelnerve, so kann man den Nerven über der Umschnürungsstelle auf jede erdenkliche Art reizen, es erfolgt keine Zuckung in den peripherischen Muskeln. Ist es ein Gefühlsnerve, so erscheint die Empfindungsleitung von den peripherischen Theilen her an dieser Stelle unterbrochen. Ganz in derselben Weise bleibt auch die Verstärkung oder Verminderung des ursprünglichen Nervenstromes in dem außerhalb des

umgeſchnürten Fadens gelegenen Nervenſtücke aus. Die Wirkung dieſer Unterbrechung des Nervenmarkes im lebenden Körper können wir aus der Jedem bekannten Erſcheinung des Einſchlafens der Glieder beurtheilen, das ſtets nur durch Druck auf die Nervenſtämme erzeugt wird. Geht dieſer Druck ſo weit, daß der Inhalt der Nervenröhren für eine Zeit lang in ſeiner Continuation unterbrochen wird, ſo verſagen die Nerven jeden Dienſt. Das Glied iſt völlig unempfindlich und zuweilen ſelbſt ſo unbeweglich, daß bei plötzlichem Aufſtehen der Menſch, deſſen Beine eingeſchlafen ſind, hinfällt. Erſt allmählich ſtellt ſich die Leitung wieder her, die dann mit abnormen Erregungszuſtänden, Prickeln, Ameiſenlaufen und unwillkürlichen Zuckungen verbunden iſt.

Die bis jetzt angeſtellten Unterſuchungen leiten faſt nothwendig zu dem Schluſſe: daß der zu jeder Zeit des Lebens thätige Nerv Kräfte entwickelt, die in chemiſchen Umſetzungen des Nerveninhaltes ihren Grund zu haben ſcheinen, und daß dieſe Kräfte, die der Ernährungsproceß in den Nerven erzeugt, den electriſchen verwandt ſind. Alle Erſcheinungen ſprechen dafür, daß jede Einwirkung, welche die Zuſammenſetzung des Nerven beeinträchtigen kann, auch auf ſeine Erregung ſchwächend einwirkt, während wieder die Wirkungen der Nervenkräfte mit denjenigen der Electricität in ziemlichem Einklange ſtehen. Der bedeutendſte Einwurf, welchen man gegen dieſe Anſicht vorbringen könnte, beruht auf der Verſchiedenheit der Leitungsgeſchwindigkeit, die bekanntlich bei der Electricität 422 Millionen Meter in der Secunde beträgt, alſo auf den Nerven übertragen vollkommen unmeßbar erſcheint. Freilich können wir auch dem gewöhnlichen Sprachgebrauche nach die Leitung der Erregung innerhalb der Nerven eine unendlich ſchnelle nennen; genauere Unterſuchungen haben indeß bewieſen, daß der Zeitunterſchied, der durch die Leitung innerhalb der Nerven bedingt wird, zwar verſchwindend klein, aber doch nicht unmeßbar iſt. Man hat dieſe Geſchwindigkeit direct in der Art gemeſſen, daß man einen eigenthümlichen Apparat anbrachte, der unendlich kleine Zeit-

räume noch mit Sicherheit angab, und man hat auf dieſe Weiſe gefunden, daß die mittlere Geſchwindigkeit der Fortpflanzung in den Nerven 61,5 Meter in der Secunde beträgt. Auch auf indirectem Wege hat man ſolche Meſſungen vorgenommen, die ſogar auf noch größere Geſchwindigkeitswerthe führen. Hält man den Zeigefinger an ein gezahntes Rad, das ſich in raſchem Schwunge dreht und ſomit der empfindenden Hautſtelle eine Reihe von einzelnen Stößen ertheilt, ſo empfindet man noch deutlich hundert Stöße in der Secunde, während darüber hinaus die Empfindung in einem Geſammteindruck verſchwindet. Schlägt man nun den Weg der empfindenden Primitivröhren von der Spitze des Zeigefingers bis zu ihrer Einpflanzung in das Gehirn auf einen Meter an, ſo würde ſich daraus eine Fortpflanzungsgeſchwindigkeit von hundert Metern in der Secunde ergeben, vorausgeſetzt, daß man die Uebertragung der Erregung auf das Bewußtſein als keiner Zeit bedürfend anſehe. Wahrſcheinlich iſt es aber, daß dieſe Uebertragung ebenfalls noch ein gewiſſes Zeitmoment nöthig hat, wodurch denn die Fortpflanzungsgeſchwindigkeit noch größer ausfallen würde. Dieſe bleibt aber dennoch, wie man ſieht, weit hinter derjenigen der Electricität zurück, und es würde dies ein weſentlicher Einwurf gegen die Anſicht von der Nervenkraft als einer electriſchen ſein, wenn nicht die übrigen Unterſuchungen darthäten, daß der Nerve nicht als ein einfacher leitender Körper angeſehen werden kann, ſondern aus einer unendlichen Menge von Molecülen beſteht, deren jedes von einem electriſchen Strome umkreiſt iſt, ſo daß die Leitung in der Nervenmaſſe nicht eine directe, ſondern eine indirecte iſt.

Betrachtet man die Functionen der Nerven im Ganzen, ſo geht ſchon aus dem anatomiſchen Verhalten hervor, daß in den peripheriſchen Nervenfaſern zwar durchaus keine anatomiſche, den Functionen entſprechende Verſchiedenheit gegeben iſt, daß aber dennoch die Verſchiedenheit ihrer Function nicht allein von den beiden Enden, dem peripheriſchen Organe einerſeits und dem centralen Ende andererſeits abhängen könne. Die Mittel, welche eine Erregung bedingen, können, wie wir geſehen haben, außer-

ordentlich verſchieden ſein; aber ſelbſt wenn man den gleichen Reiz auf verſchiedene Nerven anwendet, wird die Wirkung der Erregung dennoch ſchon aus dem Grunde verſchieden ſein, weil das Organ, in dem der Nerve endet, und die Stelle, von welcher er im Centralnervenſyſteme ausgeht, verſchieden ſind. Man kann deshalb wohl die Anſicht vertheidigen, daß alle Nervenfaſern gleich ſind, gleich leiten, und daß, wenn von bewegenden, empfindenden und Sinnesnerven geſprochen wird, man dieſe Ausdrücke nicht auf die Nervenröhren ſelbſt, ſondern nur auf die Endpunkte beziehen darf, zwiſchen welchen ſie ausgeſpannt ſind. Indeſſen deutet doch die ſchon oben erwähnte Unmöglichkeit, empfindende mit motoriſchen Faſern zuſammen zu heilen, ſo wie das Abſterben der Erregbarkeit, welches in der Richtung der Leitung vor ſich geht, ſo daß der empfindende Nerv von Außen nach Innen, der bewegende von Innen nach Außen ſich erſchöpft, darauf hin, daß die Verſchiedenheit der Leitung wie der ſpecifiſchen Energie jedes Nerven nicht allein in den beiden Endbezirken ſeines Verlaufes, ſondern auch in der Natur ſeiner Faſern ſelbſt begründet ſein müſſe. Wenn wir alſo auch vollkommen überzeugt ſind, daß bei Reizen der Netzhaut und des vorderen Theiles der Vierhügel der Kranke ſchon deshalb nur Lichtempfindungen hat, weil eben dieſe Theile nur für Aufnahme dieſer geeignet ſind, ſo ſehen wir auch in dem Umſtande, daß der Kranke ein Feuermeer beim Durchſchneiden des Sehnerven ſieht, einen Beweis für die Anſicht, daß die Sehnervenfaſern, ihres Bau's wegen, jeden Reiz nur als Lichtempfindung leiten können, ſo gut wie jede bewegende Faſer den Reiz nur als Bewegungserregung leiten kann. Wenn es gelang, im Centralorgane functionelle Verſchiedenheiten zwiſchen empfindlichen und äſtheſodiſchen, bewegenden und kineſodiſchen Faſern nachzuweiſen, die Mikroſkop, Electroſkop und Scalpell noch nicht beſtätigt haben, ſo iſt nicht einzuſehen, warum ähnliche Verſchiedenheiten nicht auch in peripheriſchen Faſern exiſtiren ſollten.

Von der Verſchiedenheit der peripheriſchen Organe hängt indeſſen gewiß großentheils die Erſcheinung ab, daß die Nerven

qualitativ ſehr verſchiedene Empfindungen in ihrer Eigenthümlichkeit dem Centralorgane zuleiten. Die Empfindungen, welche unſere Hautnerven uns mittheilen, ſind nicht ſtets dieſelben und durch Abſtufungen von Mehr oder Minder bedingt, ſondern es finden ſich darin qualitative Verſchiedenheiten der mannichfachſten Art. Man fühlt nicht nur Schmerz, ſondern man taſtet auch die Härte oder die Geſtalt der Oberfläche eines Körpers, man empfindet auch ſeine Temperatur und hat eine gewiſſe Schätzung für ſein Gewicht; man ſieht nicht nur Licht und Finſterniß, ſondern auch Farben und deren Nüancen; man hört nicht nur den muſikaliſchen Ton, deſſen Schwingungen unſer Ohr auffaßt, ſondern man unterſcheidet auch an dem eigenthümlichen Klange, ſeinem Timbre, aus welchem Inſtrumente der Ton hervorgeht. Legt man aber den Hautnerven in ſeinem Verlaufe bloß, oder ſchneidet man ihn durch und reizt dann das durchſchnittene Ende, ſo wird nur Schmerz empfunden, ſelbſt wenn die Reizung durch ein Stück Eis geſchieht. Ebenſo erzeugt der Sehnerve bei ſeiner Durchſchneidung oder bei anderen Erregungszuſtänden nur im Allgemeinen Licht, nicht aber beſtimmte Farben.

Die Erregbarkeit der Nervenmaſſe ſelbſt kann zu verſchiedenen Zeiten eine äußerſt verſchiedene ſein, und hierauf beruht auch zum großen Theile die Verſchiedenheit der Empfindungen namentlich in ſubjectiver Hinſicht. Man kann leicht durch Verſuche zeigen, daß die Erregbarkeit eines Nerven ſich erſchöpft und nach der Erſchöpfung wieder neu ſich ſammelt, wenn man dem Nerven Ruhe gönnt. Setzt man z. B. die Durchleitung electriſcher Schläge durch den Nervenſtamm eines Froſchſchenkels eine gewiſſe Zeit hindurch fort, ſo entſtehen endlich keine Zuckungen mehr; läßt man den Froſchſchenkel aber einige Zeit ruhig liegen, ſo antwortet er dann wieder durch Zuckungen auf wiederholte Schläge. Alle Reize, die auf den Nerven angebracht werden, können bei öfterer Wiederholung denſelben eben ſo gut ſchwächen und erſchöpfen, wie auch andererſeits abſolute Ruhe und Unthätigkeit dieſelbe Folge haben kann. Jeder Arzt weiß aus Erfahrung, daß ein Kranker, der mit gebrochenem Beine ein oder zwei

Monate lang hat ruhig liegen müſſen, nach der Heilung auch das geſunde Bein nicht gehörig zu benutzen verſteht, ſchnell ermüdet und von Neuem mit demſelben gehen lernen muß. Wechſelnde Zuſtände des Organismus überhaupt üben auf die Erregbarkeit, auf den Widerſtand gegen die Erſchöpfung den größten Einfluß aus, und es iſt gar nicht geſagt, daß größere Erregbarkeit auch ſchnellere oder langſamere Erſchöpfung im Gefolge habe. Beide Zuſtände ſcheinen im Gegentheile ganz unabhängig von einander zu ſein und mit durchaus verſchiedenen Verhältniſſen in Folgebeziehung zu ſtehen. Die Erhaltung der Erregbarkeit in dem Nerven ſelbſt hängt einestheils von der Erhaltung desjenigen Wärmegrades ab, in welchem ſich der Nerv in dem Thiere befindet, anderentheils aber auch weſentlich von dem Zufluſſe des arteriellen Blutes, das, wie es ſcheint, die für einen Augenblick durch die Functionsäußerung modificirte Zuſammenſetzung der Nervenſubſtanz augenblicklich wiederherſtellt. Der Zufluß arteriellen Blutes zu dem Gehirne iſt die nothwendige, unerläßliche Bedingung für die Thätigkeit dieſes Organes, und eine Menge krankhafter Erſcheinungen beruhen einzig und allein auf dem Mangel dieſer Zufuhr. Große Blutverluſte, die plötzlich eintreten; plötzliche oder raſche Hemmung der Zufuhr des rothen Blutes zum Gehirn durch Verſtopfung oder Unterbindung der großen Schlagadern, durch Krampf der Gefäßmuskeln, der auch von dem Centralorgane aus durch Schreck oder andere pſychiſche Einflüſſe erregt werden kann; Verhinderung der Zufuhr arteriellen Blutes in die Centralorgane durch Verhinderung der Athmung auf mechaniſchem oder chemiſchem Wege; — alle dieſe Urſachen führen ſtets zur Bewußtloſigkeit, zu fallſüchtigen Anfällen mit entſetzlichen Muskelkrämpfen und zu ſchnellem Tode, wenn die Urſache nicht ſchleunig gehoben wird. Es iſt eine durch hundert Fälle beſtätigte Regel, daß man Aderläſſe, bei welchen Ohnmachten zu befürchten ſind, nur in aufrechter Stellung des Oberkörpers vornehmen ſoll, indem man dann beim Herannahen der Ohnmacht durch ſchleuniges Horizontallegen des Körpers das Mittel in der Hand hat, die Blutzufuhr zum Gehirne zu beſchleunigen und das entfliehende Leben aufzuhalten.

Klassische Untersuchungen über das Wesen der Fallsucht überhaupt haben gezeigt, daß die plötzliche Unterbrechung der Ernährung des Hirnstammes, möge sie nun durch Blutverlust oder sonstige Verhinderung der Zufuhr arteriellen Blutes entstehen, stets fallsüchtige Krämpfe hervorruft, während dagegen dieselbe Ursache in dem Großhirne Bewußtlosigkeit, Unempfindlichkeit und Lähmung erzeugt. Wenige Secunden genügen, um diese entsetzlichen, bei längerer Fortdauer unvermeidlich zum Tode führenden Wirkungen zu erzielen, und man kann leicht bei Thieren, denen man die zuführenden Schlagadern abwechselnd zusammendrückt und wieder frei läßt, nachweisen, daß jede Aufhebung des Kreislaufes unmittelbar die verderbliche Wirkung erzeugt, welche mit Blitzesschnelle verschwindet, sobald man die Zufuhr des Blutes wieder gestattet. Aehnliche Wirkungen kann man sogar an sich selbst hervorrufen, indem man die Halsschlagadern dauernd zusammendrückt.

Nicht minder haben die peripherischen Nerven beständige Zufuhr nöthig; nur daß hier die Wirkungen nicht mit solcher Schnelligkeit hervortreten, als bei dem in dieser Hinsicht außerordentlich angreifbaren Gehirne. Unterbindet man einem Thiere die Bauchschlagader, so daß kein arterielles Blut mehr in die hinteren Extremitäten einströmt, so sind diese nach wenigen Minuten vollständig in Empfindung und Bewegung gelähmt.

Die Wirkungsweise des Aethers und des Chloroforms beruht theilweise auch auf der Herabsetzung der Zufuhr arteriellen Blutes, obgleich diese nicht den einzigen Grund derselben einschließt. Man hat beide Substanzen in der neueren Zeit nur allzuhäufig bei schmerzhaften Operationen angewendet, um eben den Schmerz gänzlich aufzuheben, und man hat dabei viel zu sehr außer Acht gelassen, daß man dem Individuum den Schmerz nur dadurch ersparen konnte, daß man es einer dringenden Lebensgefahr aussetzte. Früher war diese Gefahr geringer, wo man noch Einathmung von Aether anwandte, dessen Dämpfe weit weniger tief eingreifen, als diejenigen des Chloroform, dem man in der neuesten Zeit wegen der Leichtigkeit der Anwendung den

Vorzug gegeben hat. Während man zum Einathmen des Aethers complicirte Apparate und eine länger fortgesetzte Einathmung bedarf und zuweilen nur unvollständige Wirkungen hervorbringt, ist man zwar bei dem Chloroform sicher, mittelst einiger auf ein Taschentuch gegossener Tropfen die Wirkung zu erzielen, kann aber auch weniger den Grad des Erfolges ermessen. Trotz aller Vorsichtsmaßregeln häufen sich die Todesfälle in bedeutendem Maße, und es heißt wirklich mit dem Leben auf die leichtsinnigste Weise spielen, wenn man wegen eines vorübergehenden Schmerzes, wie z. B. beim Zahnausreißen, das Chloroform anwendet. Die Erscheinungen sind aber bei beiden Mitteln etwa dieselben. Zuweilen geht eine kurze Aufregung vorher, während welcher die Respirationsbewegungen heftiger sind und auf den Puls, die Stärke und Höhe der Pulswellen einen bedeutenden Einfluß üben. Dann aber folgt eine längere Zeit, während welcher die Sinneseindrücke nicht mehr empfunden, die Schmerzen nicht mehr gefühlt werden und das Gehirn in dem Zustande erst eines leichten Rausches, dann eines tiefen Traumes sich befindet. In dieser Periode sinkt der mittlere Blutdruck oft bis auf die Hälfte seiner normalen Höhe, und der Einfluß der Athmung, die zugleich seltener wird, auf die Höhe der Pulswelle tritt stets weniger deutlich hervor. Die Schmerzempfindungen werden in angenehme Phantasmen verwandelt, die Tastempfindungen erhalten sich viel länger, doch auch in veränderter und abgestumpfter Weise. Schreitet die Wirkung fort, so tritt vollständige Bewußtlosigkeit, Röcheln, endlich Stillstand des Athmens und zuletzt sogar völliger Stillstand des Herzens und damit nach einiger Zeit der Tod ein. Die Lähmung schreitet von dem Gehirne nach dem Rückenmarke fort; man kann nachweisen, wie allmählich die Reflexbewegungen schwinden und die Empfänglichkeit der Nerven aufhört. Auch bei localer Application und ohne Vermittelung des Centralnervensystemes üben Aether und Chloroform diese zerstörende Wirkung auf die Nervenerregbarkeit aus, und bei allen Erscheinungen, wie namentlich auch beim Einflusse des Athmens auf die Circulation,

gewahrt man ſtets, daß das Chloroform das tiefer eingreifende, raſcher wirkende und weitaus gefährlichere Mittel iſt.

Einen weſentlich verſchiedenen Einfluß auf die Stimmung des Nervenſyſtemes im Allgemeinen, ſeine Empfänglichkeit und Erregbarkeit, haben andere Mittel, unter welchen die Brechnuß und das in ihr befindliche wirkſame Prinzip, das Strychnin, weit voranſteht. Hat man einen Froſch mit Strychninlöſung vergiftet, ſo treten bald entſetzliche Krämpfe in allen Muskeln ein. Bei der leiſeſten Erſchütterung, bei der geringſten Berührung gerathen alle Muskeln in die heftigſten Zuckungen, die zuletzt in einen allgemeinen Starrkrampf übergehen. Die Strychninlöſung wirkt eben ſo gut von dem Blute aus, bei directer oder indirecter Aufnahme in die Circulation, wie bei unmittelbarer Application auf die centralen Nervenorgane, und die Menge von Strychnin, welche hinreicht, dieſen Zuſtand allgemeiner Erregung und übermäßiger Krampfzuckungen zu erzeugen, iſt faſt verſchwindend klein. Iſt die Doſis des Giftes nur ſehr gering geweſen, ſo kann ſich das Thier wieder erholen, behält aber noch lange Zeit eine übermäßige Empfindlichkeit bei. Ganz ähnliche Einflüſſe, wie die erwähnten, können indeß auch durch beſondere Zuſtände des Organismus geübt werden. Die Betäubung und die Empfindungsloſigkeit gegen Schmerzen (Anäſthaſie) ſcheint bei den meiſten Perſonen ſchon durch anhaltende, ſtarke Kreuzung der Sehaxen erzeugt werden zu können, indem man ſie ſtarr und unverrückt einen glänzenden Gegenſtand, z. B. einen über die Naſenwurzel gehaltenen Diamant fixiren läßt. Anderſeits kann die Empfänglichkeit der Nerven in ſolcher Weiſe geſteigert ſein, daß die geringſte Erregung die heftigſte Reaction in dem ganzen Muskelſyſtem, die bedeutendſten Schmerzen, die lebhafteſten Krämpfe und ähnliche Wirkungen hervorruft. Viele Erſcheinungen des ſogenannten thieriſchen Magnetismus, ſowie die ganze Reihe von Unſinn, den man unter dem Titel der odiſchen Erſcheinungen in die Welt hinein gequalmt hat, beruhen lediglich auf einer geſteigerten Nervenerregbarkeit, durch welche Empfindungen und Eindrücke, die in dem gewöhnlichen Leben ſpurlos

vorübergehen, dem Bewußtſein mitgetheilt werden. Ich habe eine Frau beobachtet, die durch Tage langes heftiges Erbrechen an den Rand des Grabes gebracht worden war und wo man eine Magenkrankheit vermuthete, während nur beginnende Schwangerſchaft die Urſache der abnormen Magenreizbarkeit war. Bei gänzlicher Erſchöpfung des Körpers war das Nervenſyſtem in einem ſolchen Zuſtande geſteigerter Erregbarkeit, daß die Kranke nicht nur die Tritte der Dorfbewohner hörte, wenn ich die betreffenden in der Ferne kaum ſehen konnte, ſondern auch die einzelnen Perſonen, welche über die Straßen gingen, ihren Tritten nach unterſchied. Wie man ſieht, brauchte dieſe Empfänglichkeit nur noch um ein Geringes ſich zu ſteigern, um Erſcheinungen herbeizuführen, die man, beſonders wenn man mit betrügeriſchen Perſonen zu thun gehabt hätte, als magnetiſches Hellſehen würde bezeichnet haben.

Wir ſind ſo derjenigen Sphäre näher getreten, in welcher das letzte Räthſel der Nervenwirkungen überhaupt liegt, und wir dürfen uns fragen: in welchem Verhältniſſe die Functionen der peripheriſchen Körpernerven überhaupt zu derjenigen Function der Centraltheile ſtehen, die man mit dem Namen der Seelenthätigkeit zu bezeichnen gewohnt iſt.

Es kann nicht geläugnet werden, daß der Sitz des Bewußtſeins, des Willens, des Denkens endlich einzig und allein in dem Gehirne geſucht werden muß; allein in welcher Weiſe nun dort die Räder der Maſchine in einander greifen, dies zu beſtimmen iſt uns vor der Hand unmöglich. Wodurch es geſchehen kann, daß ich meinen Willen gerade auf die Vollziehung dieſer oder jener Bewegung lenke; ob dies Folge einer beſonderen Localiſation des Willens, ob nur das Reſultat einer beſtimmten, der bewegenden Thätigkeit zu verleihenden Richtung iſt, dies zu entſcheiden liegt außer dem Bereiche unſerer heutigen Kenntniſſe. Was man deshalb auch von den Beziehungen der Gehirnſubſtanzen zu den Nervenverrichtungen ſagen möge, es iſt beſſer, hier unſere Unwiſſenheit zu geſtehen und nicht weiter zu gehen, als die Erfahrung und der Verſuch uns geführt haben.

Noch viel weniger können wir von den Beziehungen der Geistesthätigkeiten zu dem Gehirne sagen, wenn auch Gall'sche Phrenologie und Carus'sche Craniosкopie die Räthsel gelöst zu haben sich brüsten. Ein jeder Naturforscher wird wohl, denke ich, bei einigermaßen folgerechtem Denken auf die Ansicht kommen: daß alle jene Fähigkeiten, die wir unter dem Namen der Seelenthätigkeiten begreifen, nur Functionen der Gehirnsubstanz sind; oder, um mich einigermaßen grob hier auszudrücken: daß die Gedanken in demselben Verhältniß etwa zu dem Gehirne stehen, wie die Galle zu der Leber oder der Urin zu den Nieren. Eine Seele anzunehmen, die sich des Gehirnes wie eines Instrumentes bedient, mit dem sie arbeiten kann, wie es ihr gefällt, ist ein reiner Unsinn*); man müßte dann gezwungen sein,

*) Mit Absicht habe ich diese Stelle durchaus in ihrer ursprünglichen Gestalt gelassen, weil sie nicht bei ihrem Erscheinen, nicht während einiger Jahre, innerhalb welcher das Buch, ich kann wohl sagen, allgemeine Verbreitung und Anerkennung gefunden hatte, sondern erst lange nachher, als man glaubte einer Waffe zu bedürfen, zum Gegenstande der heftigsten Angriffe geworden ist. Die Rechtfertigung der ganzen Ansicht, auf welcher jeder Fortschritt heutigen Tages beruht, liegt freilich in ihr selbst. Da man aber behauptet hat, sie sei verabscheut, verlassen, von jedem ächten Naturforscher bei Seite gelegt, so erlaube ich mir hier, einige Stellen anzuführen, die mit jener Behauptung wohl nicht im Einklang stehen dürften.

Moleschott, nachdem er den obigen Satz angeführt, fährt fort: „Der Vergleich ist unangreifbar, wenn man versteht, wohin Vogt den Vergleichungspunkt verlegt. Das Hirn ist zur Erzeugung der Gedanken eben so unerläßlich, wie die Leber zur Bereitung der Galle und die Niere zur Abscheidung des Harns. Der Gedanke ist aber so wenig eine Flüssigkeit, wie die Wärme oder der Schall. Der Gedanke ist eine Bewegung, eine Umsetzung des Hirnstoffs, die Gedankenthätigkeit ist eine eben so nothwendige, eben so unzertrennliche Eigenschaft des Gehirns, wie in allen Fällen die Kraft dem Stoff als inneres, unveräußerliches Merkmal innewohnt. Es ist so unmöglich, daß ein unversehrtes Hirn nicht denkt, wie es unmöglich ist, daß der Gedanke einem anderen Stoff als dem Gehirn als seinem Träger angehöre." (Moleschott, der Kreislauf des Lebens, Mainz 1842, Seite 402.) Ein anderer Physiologe drückt sich folgendermaßen aus: „Sitz der Seele. Die

auch eine beſondere Seele für eine jede Function des Körpers anzunehmen, und käme ſo vor lauter körperloſen Seelen, die über die einzelnen Theile regierten, zu keiner Anſchauung des

---

Apparate, welche die Bedingungen der ſeeliſchen Leiſtungen enthalten ſollen, werden verſchieden gedeutet. Nach der einen Gruppe der Hypotheſen liegt den geiſtigen Functionen eine beſondere Subſtanz, die Seele, zu Grunde, welche, dem Lichtäther ähnlich, zwiſchen den wägbaren Maſſen der Hirnſubſtanz ſchwebt, und mit dieſer ſo verkettet iſt, daß ihre Veränderungen mit denjenigen der Hirnſubſtanz Hand in Hand gehen, wie das auch der Phyſiker vom Lichtäther und den ihn umgebenden Stoffen annehmen muß. Damit aber dieſe Hypotheſe alle Erſcheinungen erläutere, verlangt ſie den nicht mehr naturwiſſenſchaftlich zu rechtfertigenden Zuſatz, daß der Seelenäther aus inneren Gründen (willkürlich) veränderlich ſei. — Die Anhänger der zahlloſen Abſtufungen realiſtiſcher Weltanſchauung haben ſich, inſofern ſie ſich überhaupt zur Bildung einer Vorſtellung entſchließen konnten, darüber geeinigt, daß die Seelenerſcheinungen reſultiren aus einer gewiſſen Summe im Hirn und Blut enthaltener Bedingungen, weil mit dem Wechſel in der Blutzuſammenſetzung Verſtand, Empfindung und Wille kommen, ſchwinden oder ſich ändern. Wer den Schluß aus Analogieen gelten läßt und durch ſeine Kenntniſſe befähigt iſt zu gründlichen Vergleichungen der Seelenerſcheinungen mit den übrigen Naturereigniſſen, wird, wenn er wählen müßte, nicht zweifelhaft ſein, welcher von beiden Meinungen er beiſtimmen ſoll; — wer aber einen unumſtößlichen Beweis für eine der beiden Anſchauungen verlangt, wird eingeſtehen, daß er noch nicht geliefert ſei." (Ludwig, Profeſſor in Wien: Phyſiologie des Menſchen, Seite 452, Heidelberg 1853.) — Ein Dritter läßt ſich alſo vernehmen: „Die Exiſtenz des Nervenſtroms tritt nur in zwei verſchiedenen Weiſen im Naturprozeß auf, indem entweder der Nervenſtrom in für ihn nicht leitungsfähige Elementarcombinationen einſtrömt, hier mechaniſche Kräfte auslöſt und dadurch palpable Effecte hervorbringt; oder zweitens, indem er aus der ihn leitenden Neurineſubſtanz nicht heraustretend, vielmehr in beſonderen Nerven-Apparaten, welche wir Gehirn nennen, ſich ſammelt, und denjenigen Zuſtand bildet, den wir alle als Bewußtſein kennen. — — — Das Haupthinderniß, welches aber der unbefangenen und natürlichen Erklärung der Innervationsphänomene des Organismus im Wege ſteht, iſt dies, daß wir gewiſſe falſche Begriffe über die ſogenannten Seelenthätigkeiten mit der Muttermilch aufgeſogen haben, welche falſche Begriffe uns die Seelenthätigkeit als etwas mit dem natürlichen Prozeß der Welt überall nicht Zuſammenhängendes, ſondern als ein Ding sui generis, als etwas ſpecifiſch von der übrigen ſogenannten materiellen Natur Ver-

Gesammtlebens. Gestalt und Stoff bedingen im Körper überall die Function, und jeder Theil, der eine eigenthümliche Zusammensetzung hat, muß auch nothwendig eine eigenthümliche Function haben.

Der Satz, daß die sogenannten Seelenthätigkeiten nur Functionen der Gehirnsubstanz sind, bildet die natürliche Basis der Phrenologie, welche außerdem auch die einzelnen Seelenthätigkeiten auf bestimmte Hirntheile zu localisiren und von der Entwickelung dieser Hirntheile auch diejenige der Seelenthätigkeiten selbst abhängig zu machen sucht. Merkwürdig erscheint es allerdings, daß gerade diejenigen Völker, welche dem Dogma, wenn auch in individueller Weise ausgebildet, die größte Anhänglichkeit zeigen, wie die Engländer und Amerikaner, sich mit Vorliebe dieser rein materialistischen Grundlage der Psychologie zugewendet haben, während in Deutschland die ursprünglich deutsche Lehre nach und nach allen Boden verloren hat. Wenn man aber auch die Ergebnisse, welche diese sogenannte Wissenschaft bis jetzt ge-

---

schiedenes darzustellen suchen. So kommt es, daß selbst ausgezeichnete Physiologen, sobald ihnen die Naturwissenschaft zeigt, daß das Gehirn das Organ der Seele eben so unabweislich ist, wie die Leber das Organ der Gallenbildung, sobald sie also bei dem Widerspruch angekommen sind, in welchen sich ihre Wissenschaft und ihre anerzogenen dogmatischen Vorstellungen befinden, nicht auf dem Wege der Wissenschaft fortschreiten, vielmehr stehen bleiben und diesen Widerspruch ein den jetzigen Hülfsmitteln der Wissenschaft noch unlösliches Problem nennen." — Dies letztere steht aber zu lesen in einem Aufsatze: Ueber die Hirnfunction von Dr. L. Fick, P. P. O. in Marburg und ist gedruckt in dem Archive für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin, 1851, S. 414, herausgegeben von Joh. Müller, k. preuß. geh. Rathe und Professor in Berlin. Was mich selbst betrifft, so kann ich nur einfach hinzufügen, daß ich zwar die Behauptung aufgestellt habe, es müsse jeder Naturforscher bei folgerichtigem Denken zu solchen Schlüssen kommen; — daß ich aber niemals behauptet habe, daß es keine Naturforscher ohne folgerichtiges Denken, keine blödsinnige oder vernagelte Menschen unter den Naturforschern gebe, und daß der jetzt freilich ruhende Streit über „Köhlerglauben und Wissenschaft," der eine zeitlang so lebhaft loderte, mich in meinen Ansichten, sowohl über die Gehirnfunctionen, wie über die Natur vieler Naturforscher, nur um so mehr gefestigt hat.

liefert haben soll, als durchaus unbewiesen bei Seite setzen muß, so kann man doch nicht umhin, anzuerkennen, daß die Phrenologie insofern eine feste Grundlage hat, als sie von dem Satze ausgeht: daß die Qualität und Quantität der Hirntheile auch die Art und Weise unseres Denkens bestimmen müsse, daß von dieser oder jener Bildung auch diese oder jene geistigen Fähigkeiten, Triebe und Leidenschaften nothwendig abhängen müssen; daß die Handlungen der Menschen nichts Anderes sind als Resultanden, hervorgegangen aus der physischen Grundlage und aus der jeweiligen Ernährung und Umsetzung der Hirnsubstanz. In diesen Principien liegt das Wahre der Phrenologie; das Falsche, Unerwiesene, auf unwissenschaftlichem Boden Aufgeführte liegt in der Anwendung dieser Principien im praktischen Felde.

Die Gall'sche, von vielen Anderen später theils modificirte, theils erweiterte Phrenologie bezeichnete willkürlich Regionen am Kopfe, welche die Localisation der einzelnen Fähigkeiten im Gehirne anzeigen sollten. Ein solcher Kopf, auf dem in niedlichen Feldern Muth, Diebssinn, Ortssinn und noch etwa fünfzig andere Sinne verzeichnet sind, nimmt sich gar nett und anschaulich aus. Stand eine bezeichnete Region auf irgend einem Schädel als Hügel oder Vorsprung vor, so hatte der Mensch die dort logirte Fähigkeit in hohem Grade entwickelt besessen; war die Gegend abgeflacht oder vertieft, so war besagte Fähigkeit entweder gar nicht oder nur schwach entwickelt. Schon diese Ansicht, daß der Schädel in seinen äußeren Umrissen genau die inneren Verhältnisse nachahme und somit die Conformation des Schädels auch diejenige des Gehirnes zeige; schon diese Ansicht ist durchaus unhaltbar. Der Schädel ist keine Schachtel, die in allen ihren Theilen gleichförmig dick ist; er hat bestimmte Stellen, wo er dünner, andere, wo er dicker ist, und die Verhältnisse seiner Dicke an verschiedenen Stellen schwanken in ziemlich weiten Grenzen. Bei dem Einen ist die Stirn dicker als das Hinterhaupt, bei dem Andern findet das Umgekehrte statt, und man braucht nur den ersten besten in verschiedenen Richtungen zersägten Schädel zu betrachten, um sich zu überzeugen, daß die

äußeren Umriſſe durchaus noch nicht diejenigen der inneren Höhlung wiederholen, ſondern daß nur im Großen Aehnlichkeit ſtattfindet.

Wäre demnach auch die Localiſation der einzelnen Fähigkeiten in den verſchiedenen Gehirnſtellen ſo, wie die Phrenologie ſie annimmt, ſo würde es dennoch unmöglich ſein, dieſelben an dem äußeren Schädel auszutaſten, eben weil dieſer kein Abklatſch der Gehirnoberfläche iſt. Leider aber iſt dieſe Localiſation nur eine Reihe von Glaubensartikeln, die, wie jeder Glaube, auf keinem factiſchen Beweiſe beruhen. Der muſikaliſche Sinn wurde an dieſe oder jene Stelle geſetzt, weil es zur Zeit Gall's zufällig einen mit ihm befreundeten Muſiker gab, deſſen Schädel an der auserſehenen Stelle einen Höcker hatte; der Zerſtörungstrieb wurde einem berühmten Mörder abgetaſtet, und was all' der ſogenannten Erfahrungen mehr ſind. Die oberflächlichen Gehirnwunden, wobei oft bedeutende Mengen von Gehirnſubſtanz verloren wurden, ohne ſichtlichen Erfolg auf die Geiſtesfähigkeiten, ſo wie die oben angeführten Verſuche, wonach beträchtliche Gehirnwunden nur allgemeine Schwächung der Function, nicht aber ſpecielle Aufhebung einzelner Functionen herbeiführen, beweiſen im Gegentheil, daß eine ſolche ängſtliche Localiſation der Geiſtesfähigkeiten in den Gewölbtheilen des Gehirnes durchaus nicht vorhanden iſt, ſondern daß hier allgemeinere Bedingungen vorwalten, deren Verhältniſſe wir noch nicht zu beſtimmen im Stande ſind.

Die Functionen der Centraltheile des Nervenſyſtemes ſind überall in der ganzen Thierreihe an eine gewiſſe Periodicität gebunden, deren abwechſelnde Zuſtände man mit dem Ausdrucke Schlafen und Wachen bezeichnet. Ich habe nie einſehen können, warum man nur dem Menſchen, den Säugethieren und den Vögeln den wahren Schlaf will zukommen laſſen und die übrigen Thiere ſchlaflos umherjagt. Die meiſten Reptilien ruhen eine große Zeit des Tages über; daß die Eidechſen, die Krokodile in der Sonne ſchlafen, weiß Jeder, der ſolche Thiere beobachtet hat; Fiſche fängt man im Schlafe mit den Händen; Mollusken,

Krebse und andere Gliederthiere gehen meist nur des Nachts auf Nahrung aus und schlafen bei Tage. Die Zeit thut hier nichts zur Sache — ist die Eule etwa schlaflos, weil sie bei Nacht fliegt? Wenn diejenigen Thiere, welche den Meeresstrand bewohnen, beim Ablauf der Ebbe ihre Gehäuse schließen, sich einrollen und tief zurückziehen, um unbeweglich die Rückkehr der Fluth zu erwarten, glaubt man, daß sie dann wachen und philosophische Betrachtungen über den Einfluß des Mondes auf die Bewegung des Wassers anstellen? Ich weiß nicht, wie man diese und viele andere Erscheinungen bisher aufgefaßt hat; aber so viel weiß ich, daß mir noch kein Thier vorgekommen ist, bei welchem man nicht abwechselnde Zustände hätte beobachten können, die mit Wachen und Schlafen übereinkommen.

Die Erscheinungen des Schlafes sind einem Jeden bekannt; das Sandmännchen in den Augen, das Gähnen, das Suchen nach Ruhe und bequemer Lage, die allmähliche Abschließung gegen die äußeren Eindrücke sind zu oft von uns allen erfahren worden, als daß man daran zu erinnern brauchte. Ein Jeder weiß auch, daß lebhafte Sinnenreize länger wach erhalten, daß öfteres Bespritzen mit kaltem Wasser, grelles Licht, rauschende Musik am Einschlafen hindern, während ruhige Weisen, gleichförmiges Rauschen eines Wasserfalles, Murmeln eines Baches, vor allem aber langweilige monotone Unterhaltungen oder speculativ-philosophische Bücher unwiderstehlich einschläfern. Indeß giebt es auch Erscheinungen, die meist dem Schlafe vorangehen, und welche von den meisten Menschen unbeachtet gelassen werden, da sie weniger in die äußere Beachtung treten. Man sieht unbestimmte verwachsene Punkte vor den geschlossenen Augen, Nebel, leuchtende Punkte, hellere Massen, die vor dem Gesichtskreise umhergaukeln, deren Spiel den Schlaf immer mehr herbeiführt und deren Beachtung viel Selbstüberwindung und Reflexion kostet.

Im Schlafe selbst gehen alle Functionen des vegetativen Lebens ungestört vor sich; nur tritt offenbar eine gewisse Abspannung und daherige größere Langsamkeit der Bewegungen

ein. Das Herz ſchlägt ruhiger; die Athemzüge werden langſamer und tiefer; die Bewegungen des Darmes ohne Zweifel langſamer und die Verdauung dadurch anhaltender; — „wer ſchläft, der ißt," ſagt ein altes Sprüchwort. Auffallender ſind die Erſcheinungen im animalen Leben. Das Bewußtſein iſt verringert, wenn auch nicht durchaus geſchwunden, und gerade durch dieſe Stumpfheit des Bewußtſeins und den mangelnden Zuſammenhang deſſelben mit den übrigen Thätigkeiten wird der Schlaf bedingt. Ein Schlafender hört, fühlt und ſieht in materieller Hinſicht eben ſo gut, als ein Wachender; ſein Hörnerve nimmt die Schallwellen, ſein Gefühlsnerve die Schmerzensempfindung durchaus eben ſo auf, wie wenn vollkommenes Wachen vorhanden wäre; aber die Vermittelung der Empfindung fehlt, und wenn ſie geſchieht, ſo erfolgt ſie falſch, unrichtig, verwirrt. Ein Gleiches findet ſtatt mit den Bewegungen. Wir ändern ſehr gut im Schlafe eine unbequeme Lage; ſchlagen im Traume um uns; der träumende Jagdhund bewegt die Füße zum Laufen; aber die Bewegungen ſind unkräftig, unbeſtimmt, eben ſo unſicher und ungeregelt, wie die Empfindungen.

Daß die Empfindungen im Schlafe durchaus in ihrer ganzen Intenſität von den Nerven empfangen, nicht aber von dem Bewußtſein eben ſo aufgefaßt werden, geht aus den vielfachſten Erſcheinungen hervor. Das leiſeſte ungewohnte Geräuſch kann erwecken, während ſtarke Töne, an welche man gewohnt iſt, den Schlaf ungeſtört laſſen. Jeder Lärmen, der anfangs wach erhielt und den Schlummer ſtörte, wird endlich durch die Gewohnheit unſchädlich. Die Empfindungen werden aber durch das phantaſtiſche Spiel der Seele, das wir als Traum bezeichnen, nicht in ihrer Realität, ſondern in Verbindung mit Vorſtellungen aufgefaßt, welche unſer Gehirn daran knüpft. Auf dieſe Weiſe werden äußere wie innere Empfindungen vertauſcht, in ſeltſame Geſchichte und Romane verwoben, welche ſich meiſt auf beſtimmte Erlebniſſe beziehen oder auf Vorſtellungen, mit welchen man ſich vor längerer oder kürzerer Zeit beſchäftigt hat. Jeder weiß wohl aus ſeiner eigenen Erfahrung, wie folgerecht oft der Traum ein-

zelne Theile ſeines Geſpinnſtes abwickelt, um endlich zu der Conception der Empfindung ſelbſt zu gelangen; wie er dieſe gleichſam einleitet, erklärt, begreiflich macht und ihr ſpäter eine Nachrede hält. Ich weiß aus eigener Erfahrung, daß ich viel träumte, als ich noch ein böſer Junge war und mehr Ritterromane las und Bier trank, als meiner Phantaſie und meinem Körper zuſagte. Ich träumte viel von Schlachten und Kämpfen, kühnen Angriffen und klugen Rückzügen, und meiſt endete der Traum dahin, daß ich allein noch übrig blieb, mich in ein einſam ſtehendes Haus rettete und dort in ein Bette kroch, in dem ich ſtill und regungslos liegen blieb. Oft entſchlüpfte ich ſo; zuweilen aber entdeckte der Feind mich und ich wurde ermordet. Ich fühlte den Dolch in der Wunde, fühlte, wie mein warmes Herzblut über mich hinabrieſelte — beim Erwachen fand ich das Bette durchnäßt. Kein Zweifel, daß das ungewohnte Getränk den Blaſenhals reizte und das träumende Gehirn das Bedürfniß zum Uriniren in einen Roman verwob, deſſen Ausgang manchmal meine Backe zahlen mußte.

Wenn indeß die meiſten Träume ſich in dieſer Art an innere oder äußere Empfindungen knüpfen mögen, ſo iſt doch nicht zu läugnen, daß es Traumvorſtellungen giebt, die unabhängig hiervon, vielleicht von beſonderen Verhältniſſen des Gehirnbaues abhängen, und die immer wiederkehren, welches auch der Gegenſtand ſei, mit dem man ſich geiſtig oder körperlich beſchäftigt hat. Solche in unbeſtimmten Zeiträumen immer wiederkehrenden Traumvorſtellungen werden öfter läſtig, ſchon ihrer ſteten Gleichheit wegen, und ſie haben das Eigenthümliche, daß man ſich ihrer erinnert, wenn man auch die Erinnerung an alle andere Träume verloren hat. Ich bin bei mir ſelbſt auf dieſe Erſcheinungen aufmerkſam geworden, und habe bis jetzt vielleicht nur ein Paar meiner Bekannten getroffen, welche nicht ähnliche, gleichſam fixe Traumvorſtellungen haben, von denen ſie von Zeit zu Zeit heimgeſucht werden. Bei keinem ſind es dieſelben, wie bei einem Andern; bei mir ſelbſt reduciren ſie ſich auf zwei beſondere Vorſtellungsreihen. Den Grund der einen derſelben habe ich finden

können; er beruht in Kopfcongeſtionen. Bei heftigeren Anfällen von ſolchem Blutandrang nach dem Kopfe tritt ſelbſt der Traum im vollkommenen Wachen ein. Es ſcheint mir, als würde mein Kopf zu eng; er klappt oben auf wie eine Fallthüre und das Innere wulſtet ſich hervor, quillt nach allen Seiten über, bläht ſich auf und verliert ſich in nebelgrauer Ferne. Die andere fixe Vorſtellung auf einen körperlichen Zuſtand zurückzuführen, iſt mir bis jetzt unmöglich geweſen; ſie beſteht, wenn ich mich ſo ausdrücken darf, in einer Anſchauung der Unendlichkeit. Eine Bahn, einer Kegelbahn ähnlich, ſtreckt ſich vor meinen Augen aus; eine Kugel wird darauf hingeſchoben, von Geſtalten, deren Umriſſe ich bei größter Anſtrengung nie fixiren kann. Im Rollen vergrößert ſich die Kugel, wächſt und dehnt ſich ins Unendliche, und wenn ich ſchon lange ſie nicht mehr als Kugel ſehe, ſo habe ich immer noch das Gefühl des Rollens und Wachſens.

Aus der Analyſe ſolcher Vorſtellungen, die bei Geſunden nur im Traume auftreten, wird es klar, wie gewiſſe Organiſationsfehler, in deren Gefolge dieſe Vorſtellungen auftreten, als fixe Ideen, als Narrheit und Tollheit im kranken Zuſtande ſich geſtalten können. Es zeigen aber auch dieſe Beiſpiele, wie ſehr leicht materiell krankhafte Verhältniſſe unſeres Körpers auf den Seelenzuſtand einen weſentlichen Einfluß ausüben müſſen und wie dieſer am Ende nur der Reflex dieſer materiellen Veränderungen iſt. Die falſche Vorſtellung, welche der Traum im Schlafe vorführt, tritt in das Wachen über, ſobald die abnorme Thätigkeit des Gehirnes überwiegt, und ſo wie der Amputirte auch bei der beſten Ueberzeugung vom Verluſte ſeines Fußes dennoch das Gefühl der Exiſtenz deſſelben hat und im Anfange nach der Operation denſelben beſtändig fühlt, ſo kann der Wahnſinnige die vollſtändigſte Ueberzeugung von der Unrichtigkeit ſeiner Vorſtellung haben und dennoch von derſelben nicht laſſen, ſo lange der materielle Grund dieſer Vorſtellung obwaltet. Es wird aber unter ſolchen Umſtänden auch klar, wie der materielle Grund zum Wahnſinn nicht nur im Gehirne, ſondern auch in anderen Körpertheilen liegen kann. Eine Empfindung, die wie

alle von den Eingeweiden ausgehenden Empfindungen nur unklar aufgefaßt wird von dem Bewußtsein, kann allmählich überwiegend einwirken, und so Vorstellungen erzeugen, die mit dem richtigen Gedankengange unvereinbar sind. Man braucht hier nur an eine bekannte Erscheinung, an das Alpdrücken, zu erinnern. Es ist eine Beklemmung, die sich bis zur furchtbarsten Athemnoth steigern kann — ein krampfhaftes Leiden, das häufig mit Verdauungsbeschwerden zusammenhängt und meist Schlafende überfällt. Den Einen scheint ein Gewicht die Brust einzudrücken — bei Andern aber wird der krankhafte Eindruck zur Vorstellung einer Gestalt, eines widrigen Zwerges, eines Scheusals, und gar Manche sind bereit, einen körperlichen Eid darauf abzulegen, daß sie in vollem Wachen das Gespenst sahen, wie es allmählich, als sie sich erhoben, von ihnen abglitt und in Nebel zerfloß. Ein Schritt weiter und die auf solche Weise erzeugten Vorstellungen gewinnen die Oberhand.

Bei allen diesen Erscheinungen dürfen wir niemals vergessen, daß wir, trotz aller Erkenntniß der materiellen Grundlage sämmtlicher Gehirnfunctionen, dennoch stets auf ein dunkles Gebiet eintreten, sobald wir die einzelnen Erscheinungen näher analysiren wollen. Wie schon oben bemerkt, liegt der Grund der mangelhaften Analyse in der unvollständigen Kenntniß des feineren anatomischen Baues der Centralorgane. Der Schlaf zeigt uns, daß die verschiedenen Brücken, welche von den peripherischen Nerven bis zu dem Bewußtsein hinleiten, selbst bei geregelter Fortdauer der vegetativen Lebenserscheinungen auf kürzere oder längere Zeit bei normalen Gesundheitszuständen abgebrochen werden können; — die abnormen Stimmungs- und Erregungszustände des centralen Nervensystemes führen noch zu ferneren Schlüssen, wonach die verschiedenen Apparate bald für sich vereinzelt, bald in abnormer Verbindung in Function treten können. Die Empirie geht unter solchen Umständen meist der Wissenschaft voraus, indem sie Thatsachen zeigt, deren Gründe vor der Hand, bei mangelhafter Kenntniß, noch nicht

darlegbar ſind und deren Erklärung meiſt ſich von ſelbſt ergiebt, ſobald die Grundlagen der Erkenntniß hergeſtellt ſind.

Ich will hier auf den ſogenannten thieriſchen Magnetismus hindeuten. Die Erklärungen, welche man von dieſer „Nachtſeite der Natur“ zu geben verſucht hat, die Beziehungen, welche man in den beobachteten Erſcheinungen zu Electricität und Magnetismus zu finden geglaubt hat, können nicht vor dem Richterſtuhle der einfachſten phyſikaliſchen Kritik beſtehen; die Abgeſchmacktheiten, Lügen und Thorheiten, womit man dieſe Dinge verbrämt hat, erklären hinlänglich den Widerwillen ſolcher Beobachter, welche vor jedem Beginne einer Unterſuchung einen feſten Boden verlangen, von dem aus ſie zu Reſultaten gelangen können. Dazu kommt die Abneigung, ſich mit abgefeimten, verſchmitzten Betrügern und Betrügerinnen abzugeben. Alles dies hindert aber nicht, anzuerkennen, daß Thatſachen vorliegen, welche nachweiſen: daß eigenthümliche Zuſtände im centralen Nervenſyſtem theils durch den eigenen Willen, theils durch beſondere Manipulationen Anderer, theils endlich durch krankhafte Urſachen erzeugt werden können, in welchen in einzelnen Sphären der Nervenfunctionen wie im geſammten Kreiſe derſelben Effecte eintreten, ähnlich denen, welche durch Schlaf, Chloroform, Strychnin erzeugt werden. Oben wieſen wir darauf hin, wie erhöhte Nervenreizbarkeit Sinnesempfindungen wahrnehmen laſſen kann, die bei gewöhnlicher Stimmung nicht wahrnehmbar ſind. Eine große Menge der ſogenannten magnetiſchen Erſcheinungen beruht auf dieſer erhöhten Reizbarkeit. Anderſeits können Erſcheinungen hervorgerufen werden, wie die Catalepſie, die Lähmung einzelner Körpertheile, die Empfindungsloſigkeit, welche beweiſen, daß gewiſſe Hirntheile außer Stande ſind, ihre normale Function zu verrichten. Der Stoicismus eines Mädchens, welches von ſich ſprechen machen will, kann freilich weit gehen — die Geſchichte der Medicin hat Beiſpiele genug der ſcheußlichſten Selbſtqualen, welche ſolche Geſchöpfe ſich anthaten, um einen Leichtgläubigen förmlich zum Narren zu haben —; aber dieſe Herrſchaft des Willens über den Schmerz kann nicht ſo

weit gehen, reflectorische, dem Willen nicht unterworfene Bewegungen einzuhalten. Und doch kann man bei Magnetisirten beobachten, daß das weit geöffnete Auge unempfindlich gegen das Licht ist und die Pupille selbst beim plötzlichen Annähern einer Kerze unbewegt stehen bleibt. Hier müssen diejenigen Hirntheile, welche die Ueberleitung der Lichtempfindung zu den bewegenden Fasern der Regenbogenhaut vermitteln, temporär gelähmt sein — außer Stande, ihre Function zu üben. Wie dieser Effect und so mancher andere zu Stande kommt, ist uns freilich noch ein Räthsel.

Vierzehnter Brief.

Das Auge.

Das zuſammengeſetzteſte Inſtrument des Körpers ohne Zweifel iſt das Auge, durch deſſen Thätigkeit das Sehen vermittelt wird. Ehe wir auf die Geſetze, welche in dieſem denkwürdigen Apparate ihre Anwendung finden, näher eingehen, wird es nöthig ſein, die anatomiſche Structur deſſelben überſichtlich zu beleuchten (ſ. Fig. 50, S. 346).

Der Augapfel an ſich iſt eine hohle, kugelförmige Blaſe, aus mehreren, zwiebelförmig über einander gelagerten Schichten von Häuten beſtehend, in deren Innerem beſtimmte, mehr oder minder flüſſige durchſichtige Materien abgelagert ſind. Abgeſehen von den Schutz- nnd den Bewegungsapparaten, welche an dieſer Kugel angebracht ſind, zeigen ſich daran folgende, beſonders wichtige Theile. Zuerſt eine äußere, ſchalenartige Hülle, deren hinterer Theil weiß, feſt und undurchſichtig iſt, während ein vorderes, kleineres Segment eine pralle, waſſerklare, durchaus durchſichtige Haut darſtellt, die man mit dem Namen der Hornhaut belegt und deren inuere Fläche mit einer zarten, glasartig ſtructurloſen Haut, der Wrisberg'ſchen, Descemet'ſchen oder Demours'ſchen Haut, ausgekleidet iſt, während ihre vordere Fläche von der durchſichtigen Fortſetzung der Bindehaut des Auges überzogen wird. Die hintere weiße Haut, deren vordere Partie das Weiße des Auges bildet, zeigt die Form eines ſtark gekrümmten Bechers mit enger Oeffnung, etwa wie

ein Römerglas, auf welchem dann die durchsichtige Hornhaut aufgesetzt ist, welche eine weit stärkere Wölbung hat und demnach einem kleineren Krümmungsradius angehört, als die weiße Haut.

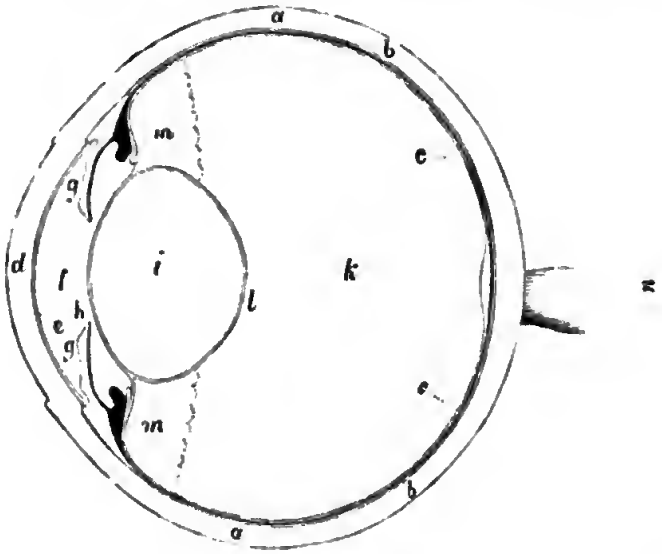


Fig. 50.

Durchschnitt des Auges in vergrößertem Maßstabe. a. Die weiße Haut, Sclerotica. b. Die Aderhaut, Choroidea, nach vorn in die schwarzen, kolbigen Ciliarfortsätze übergehend. c. Netzhaut, Retina. d. Hornhaut, Cornea. e. Innere Auskleidung der Hornhaut, Wrisberg'sche Haut. f. Vordere Augenkammer, von der Hornhaut und der Regenbogenhaut begrenzt und mit der wässerigen Augenfeuchtigkeit erfüllt. g. Regenbogenhaut, Iris. h. Sehloch, Pupille. i. Krystalllinse, von der Linsenkapsel umgeben. Zwischen ihrer vorderen Fläche und der Iris befindet sich die hintere Augenkammer, die durch das Sehloch mit der vorderen in Verbindung steht. k. Glaskörper. l. Hintere Linsenfläche, in der tellerförmigen Grube des Glaskörpers ruhend. m. Strahlenkörper, Corpus ciliare. n. Sehnerve.

Die ganze innere Fläche der weißen Augenhaut ist von einer sammtartigen, tief schwarzen Membran, schwarze Augenhaut, auch Aderhaut oder Choroidea genannt, ausgekleidet, welche eine große Menge von Blutgefäßen enthält und ihre Schwärze einem besonderen kohlenartigen Farbstoffe verdankt, der in eigenthümlichen Zellen abgelagert ist, und bei manchen Menschen, den s. g. Kakerlaken oder Albino's, den weißen Mäusen und Kaninchen, fehlt, wo dann statt der schwarzen Farbe des Sehloches,

die man bei gesunden Augen sieht, eine röthliche Tinte aus dem Grunde des Auges hervorschimmert. An dem vorderen Rande der Sclerotica wird die Aderhaut durch einen muskulösen Streifen, das s. g. Strahlenband, mit ihrer äußeren Fläche fester an die weiße Haut geheftet. Nach innen zu setzt sie sich in den Strahlenkörper, Corpus ciliare, fort, ein breiter Faltenkranz, der fest auf dem Rande der Linse und des Glaskörpers aufliegt, mit seinem inneren Rande in die hintere Augenkammer hineinragt und so die Ciliarfortsätze bildet, welche sich zwischen die hintere Fläche der Regenbogenhaut und die vordere der Linse einschieben. Die Regenbogenhaut oder Iris ist ebenfalls eine Fortsetzung der Aderhaut nach innen zu, und bildet im Auge einen senkrechten Vorhang, der hinter der Hornhaut etwa in ähnlicher Weise angebracht ist, wie das Zifferblatt hinter dem Uhrglase. In der Mitte besitzt dieser bewegliche Vorhang ein kreisrundes Loch, das Sehloch oder die Pupille, das bei grellem Lichte sich zusammenzieht, in der Dunkelheit sich ausdehnt. Die Farbe der Augen hängt von dem Pigmente ab, welches auf der vorderen Fläche der Iris abgelagert ist und das bald mehr grau, blau, oder braun ist; — die hintere Fläche ist stark mit schwarzem Farbstoff belegt. Die Aderhaut mit der Iris und den hinter derselben gelegenen Ciliarfortsätzen bildet demnach die zweite Schalenhaut der Zwiebel. Im hinteren Augenraume liegt sie hart an der weißen Augenhaut an; vorne aber findet sich zwischen der kreisförmig gekrümmten Hornhaut und dem senkrecht aufgehängten Vorhange der Iris ein halblinsenförmiger Raum, der durch eine wässerige Flüssigkeit erfüllt ist und die vordere Augenkammer heißt.

Die schwarze wie die weiße Augenhaut werden an ihrer hinteren Fläche von dem Sehnerven durchbohrt, welcher im Inneren des Auges sich in Form einer fast durchsichtigen, graulich gefärbten, sehr zarten Haut ausbreitet, welche die Netzhaut genannt wird. Die Eintrittsstelle des Sehnerven liegt nicht genau dem Sehloche gegenüber, sondern etwas nach innen; in der Augenaxe selbst, die man horizontal durch die Mitte des

Sehloches legt, findet ſich ein eigenthümlicher gelber Fleck auf der Netzhaut, der nur bei dem Menſchen und einigen Affen angetroffen wird. Die Netzhaut kleidet die ganze innere Fläche der Aderhaut aus, ſie geht vornen bis an die Gegend des vorderen Randes derſelben und endet an dem hinteren Rande der Ciliarfalten mit einem wellenförmigen Rande. Die drei zwiebelartig übereinander gelegten Häute, welche den Augapfel bilden, ſind demnach um ſo kürzer und um ſo weiter nach vorne offen, als ſie mehr nach innen liegen; — weiße Augenhaut und Hornhaut bilden ein vollkommen geſchloſſenes Rund; Aderhaut und Iris zeigen eine kleinere mittlere Oeffnung, das Sehloch; die Netzhaut endlich bildet eine Art nach vorn offenen Bechers.

Das Innere des Augapfels iſt, wie ſchon oben bemerkt, von mehreren flüſſigen Theilen erfüllt, welche die eigenthümliche Prallheit dieſes Organes bedingen. In der vorderen und hinteren Augenkammer, zwiſchen der Regenbogenhaut und der Hornhaut einerſeits und der Linſenkapſel anderſeits, findet ſich eine klare Flüſſigkeit, die faſt reines Waſſer iſt, das nur wenige Beſtandtheile aufgelöſt enthält. Beim Aufſtechen der Hornhaut, was bei Operationen am Auge nicht ſelten geſchieht, ſpritzt dieſe Flüſſigkeit oft im Strahle hervor. Sie erneuert ſich ſehr raſch und ihr Verluſt iſt durchaus von keiner Bedeutung, eben dieſer ſchnellen und leichten Erneuerung wegen. Hinter dem Sehloche und faſt unmittelbar an die hintere Fläche der Regenbogenhaut angelegt, von der ſie nur durch den kleinen Raum der hinteren Augenkammer getrennt iſt, findet ſich die Kryſtalllinſe, ein aus blätterigen Schichten gebildeter Körper, deſſen vordere Fläche etwas abgeplattet, die hintere aber ſtark gekrümmt iſt, und der in ſeinen äußeren Schichten eine breiige Conſiſtenz beſitzt, während der innere Kern ziemlich feſt iſt. Die geſunde Linſe iſt außerordentlich klar, hell und durchſichtig; die ſie bildenden blätterigen Schichten ſind ihrerſeits wieder aus feinen langen, platten, faſerartigen Röhren zuſammengeſetzt, den ſogenannten Linſenfaſern, die eine beſondere dickflüſſige, eiweißartige Subſtanz enthalten. Die ganze Linſe iſt ringsum von einer feinen, glasartigen, ſtructur-

loſen Kapſelhaut, der Linſenkapſel, umſchloſſen, und liegt mit ihrer hinteren Fläche in einer tellerförmigen Grube des Glaskörpers, einer eiweißartigen, gelatinöſen Flüſſigkeit, welche den ganzen hinteren Augenraum ausfüllt, überall unmittelbar von der Netzhaut umſchloſſen wird und eine eigene Hülle, die Glashaut, beſitzt, die wahrſcheinlich zellenartige Räume bildet, in welchen die Flüſſigkeit angeſammelt iſt.

Die weſentlichen Theile des Augapfels theilen ſich demnach in zwei Hauptklaſſen: einerſeits durchſichtige, mehr oder minder flüſſige Medien, durch welche die Lichtſtrahlen bis zum Hintergrunde des Auges gelangen können, und anderſeits hautartige Ausbreitungen mit ſehr verſchiedenen Eigenſchaften, die wir näher analyſiren werden.

Wichtig für die Function des Geſichtes erſcheinen die verſchiedenen Apparate, welche in der Umgebung des Augapfels angebracht ſind, und theils zu ſeinem Schutze, theils zu ſeiner Bewegung dienen. Sechs Muskeln bedingen durch ihre Zuſammenziehungen nicht nur die Bewegungen nach oben und unten, rechts und links, ſondern auch die Drehungen des Auges um ſeine Axe, das Rollen deſſelben nach außen und innen; eine ziemlich bedeutende, tief in der Augenhöhle gelegene Drüſe, die Thränendrüſe, erhält durch die von ihr gelieferte allbekannte Abſonderung die äußere Fläche des Augapfels in einem beſtändigen Zuſtande von Feuchtigkeit; zwei bewegliche, undurchſichtige Vorhänge, die Augenlider, öffnen und ſchließen ſich vor dem Augapfel, um, je nach dem Willen und dem Bedürfniſſe des Individuums, dem Lichte Zutritt zu geſtatten, oder daſſelbe abzuhalten; eine äußerſt feine Schleimhaut, die ſogenannte Bindehaut oder Conjunctiva, kleidet die Augenlider auf ihrer inneren Fläche aus und ſetzt dann auf die vordere Fläche des Augapfels über, die ſie vollkommen überzieht, indem ſie auf der Hornhautfläche ſelbſt durchſichtig wird. In dieſer Bindehaut verlaufen die feinen Gefäßchen, die man auf der Oberfläche des menſchlichen Augapfels ſieht. Ihre ſtets glatte, ſchlüpfrige Oberfläche geſtattet das Gleiten der Augenlider über den Augapfel und das Drehen

des Augapfels nach allen Richtungen hin. Diese Bindehaut ist äußerst empfindlich; wie wir gesehen haben, finden sich an ihr eigenthümliche Endkörperchen der Tastnerven, die Krause'schen Endkolben; fremde Körper mit scharfen Ecken namentlich verursachen deshalb so heftige Schmerzen, wenn sie zwischen die Augenlider gelangen. An dem inneren Augenwinkel, wo die Bindehaut in die Haut der Lider und der Nase übergeht, befinden sich die Thränenpunkte, kleine Oeffnungen, durch welche die Thränenflüssigkeit beständig in den Thränensack und den Thränengang abläuft, der die Nasenknochen durchbohrt und in die Nasenhöhle selbst sich öffnet. An dem unteren Ende dieses Ganges befindet sich eine Klappe so gestellt, daß die Thränen beständig nach der Nase abfließen, Flüssigkeiten aber auf dem umgekehrten Wege nicht nach dem Auge aufsteigen können. Es giebt Menschen, bei welchen diese Klappe weniger genau schließt, so daß sie Luft oder Tabaksdampf bei geschlossener Nase aus dem am unteren Augenlide befindlichen Thränenpunkte hervortreiben können. Noch häufiger sind krankhafte Verschließungen der Thränengänge, in Folge deren die Thränenflüssigkeit beständig, wie bei dem Weinen, über die Backen herüberfließt und meistens die Wangenhaut selbst angreift und Schorfe darauf erzeugt.

Der wesentlich empfindende Theil des Auges ist die Netzhaut (s. Fig. 51, S. 351), deren Structur trotz ihrer Dünne und Durchsichtigkeit eine äußerst complicirte ist. Der Sehnerv, welcher in einiger Entfernung von der Augenaxe nach innen zu die beiden äußeren Augenhäute durchbricht, um sich dann in der Netzhaut auszubreiten, bildet mit seinen Fasern eigentlich nur die Grundlage der Netzhaut, den Stramin, in welchen dann die übrigen Elemente hineingestickt sind. Man unterscheidet jetzt an der Netzhaut fünf verschiedene Schichten, die sich von außen nach innen in folgender Ordnung übereinander lagern. Am weitesten nach Außen und in unmittelbarer Berührung mit der Aderhaut stehen palisadenartig an einander gereiht helle durchsichtige Körperchen, die sogenannten Stäbchen, deren abgestutztes Ende der Aderhaut zugewendet ist, während sie nach innen, in die Netz-

haut hinein, in einen langen Faden auslaufen, der äußerſt leicht abbricht, wie denn überhaupt dieſe Fädchen wie die Stäbchen höchſt empfindlich gegen Einwirkungen mechaniſcher, wie chemiſcher Art ſind. Zuweilen findet ſich ſchon an dem inneren Ende des Stäbchens ein Korn; gewöhnlich aber iſt ein ſolches erſt in dem Verlaufe des Fadens ſelbſt eingebettet. Zwiſchen den Stäbchen ſtehen die ſogenannten Zapfen, die weit dicker als die Stäbchen

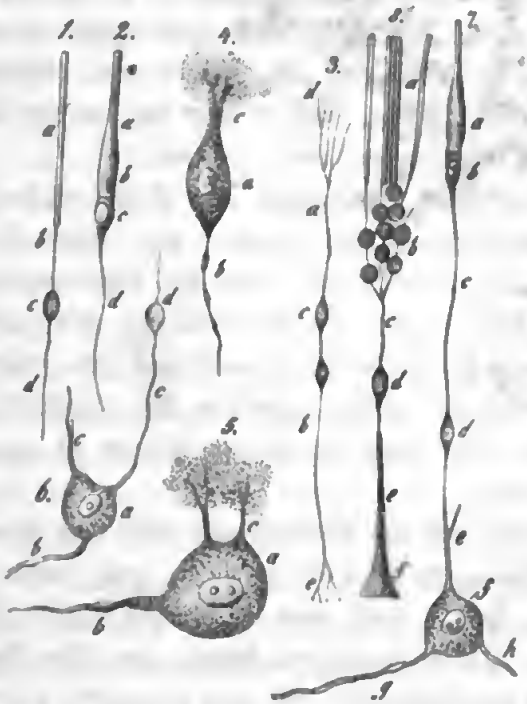


Fig. 51.

Mikroſkopiſche Elemente der Netzhaut, iſolirt. 1. Stäbchen, mit dem Stabe a, dem Faden b, der Zelle der äußeren Körnerſchicht c. und der Fadenfortſetzung d 2. Zapfen. a. Zapfenſtab, b. Zapfen, c. Korn, d Faden. 3. Radialfaſer mit Körnern; a, b. Faden, d. obere, e. untere Endfaſern, c. Körner. 4. u. 5. Ganglienzellen. a. Zelle, b. Ausläufer, c. feinkörnige Moleküle daran. 6. Zelle vom Schwein. a. Zelle, b. Ausläufer, c. Faden, d. Korn der inneren Zellenſchicht. 7. Schema des Zuſammenhanges zwiſchen Zapfen und Zellen. a. Zapfen, b. Zapfenkorn. c. Radialfaſer, d. Korn der inneren Schicht, e. Faſerfortſetzung, f. Zelle, g, h. Ausläufer. 8. Schema der Stäbchen. a. Stäbchen, b. äußere, c. innere Körner, d, e. Faden, f. Grenzhäutchen.

ſind und an ihrem inneren angeſchwollenen Ende gewöhnlich eine kleine Zelle tragen, welche, wie das Stäbchen, in einen feinen Faden ausläuft. Da die Netzhaut eine becherförmige Halbkugelgeſtalt hat, alle von den Stäbchen und Zäpfchen ausgehenden Faſern ſie aber ſenkrecht durchſetzen, ſo folgt aus dieſer Anordnung, daß alle dieſe Faſern wie Halbmeſſer der Hohlkugel geſtellt ſind, weshalb man ſie auch Radialfaſern genannt hat. Merkwürdig geſtaltet ſich das Verhältniß der Zapfen und Stäbchen zu einander. An dem gelben Flecke giebt es nur Zapfen; im Umkreiſe deſſelben ſind die Zapfen von einfachen Reihenſtäbchen umſtellt; weiter nach vornen hin werden die Stäbchen ſtets häufiger, die Zapfen immer ſeltener.

Nach innen von der Zapfen- und Stäbchenſchicht, die man auch die Jakobs'ſche Haut genannt hat, findet ſich die ſogenannte Körnerſchicht, welche aus drei Lagen beſteht: äußeren, ganz kleinen Körnern, die mit den Stäbchen und Zapfen in Verbindung ſtehen; fehr feinen Zwiſchenkörnern und größeren inneren Körnern, welche als Zellen erſcheinen und ebenfalls deutlich eingelagert ſind. Die Lage der inneren Körner iſt am mächtigſten am gelben Flecke.

Nach innen von der Körnerſchicht folgt eine Lage von multipolaren geſchwänzten Nervenzellen, ganz denen der grauen Hirnſubſtanz ähnlich, nach allen Seiten hin in feine Nervenfaſern auslaufend. Die Nervenfaſern bilden eine Art Netz und ihre Enden treten augenſcheinlich, wie man namentlich beim Elephanten geſehen hat, einerſeits mit den letzten Faſern des Sehnerven, andererſeits mit den Radialfaſern in Verbindung. Zugleich ſcheinen ſich einige ihrer Ausläufer in eine zarte feinkörnige Subſtanzlage einzuſenken, welche an einigen Stellen der Netzhaut gegen die Körnerſchicht hin ſich findet.

Die Sehnervenfaſern, die vierte Schicht bildend, breiten ſich auf der inneren Fläche der Nervenzellenlage aus und ſtrahlen von dem Eintrittspunkte des Sehnerven nach allen Seiten wie von einem Wirbel aus. Sie laufen alſo der Krümmung der Netzhaut folgend und die Radialfaſern ſind ſenkrecht gegen ſie

gerichtet. Neueren Unterſuchungen zu Folge ſetzen auch in der That die letzten Enden der Radialfaſern zwiſchen den feinen blaſſen, horizontal in der Netzhaut verlaufenden Sehnervenfaſern durch, um entweder auf ihrer Außenfläche zu enden, oder aber ſich doch mit den letzten Enden der Sehnervenfaſern zu verbinden. Wenn dem ſo iſt, ſo würden die Sehnervenfaſern einerſeits mit den Nervenzellen, anderſeits mit den Radialfaſern und dieſe ebenfalls mit den Nervenzellen zuſammenhängen.

Als letzte Lage endlich erſcheint, unmittelbar an dem Glaskörper anliegend, eine feine, durchſichtige Begrenzungshaut, mit einer Lage von rundlichen Zellen nach innen zu gepflaſtert.

An dem in der Augenaxe gelegenen gelben Flecke, deſſen Farbe durch kein beſonderes mikroſkopiſches Element, ſondern durch eine tränkende Flüſſigkeit bedingt ſcheint, finden ſich nur Zapfen, keine Stäbchen, ſo wie durchaus keine Sehnervenfaſern, während dagegen die Zwiſchenkörner und inneren Körner, ſo wie die Lage der Ganglienzellen hier am mächtigſten entwickelt iſt und man deutlich ſehen kann, wie aus der Umgebung die Sehnervenfaſern in den Ausläufern der Ganglienzellen verſchwinden. Da nun gerade an dieſer Stelle das ſchärfſte Sehen, die klarſten Bilder ihren Sitz haben, ſo folgt aus der anatomiſchen Anordnung mit innerſter Nothwendigkeit, daß die Nervenzellen und die Zapfen die weſentlichſten Licht empfindenden Theile, die Sehnervenfaſern dagegen nur leitende Apparate ſind, welche die in jenen Theilen entſtandene Veränderung dem Gehirne zuleiten, ſelbſt aber nicht fähig ſind, mehr als bloße Lichtempfindung dem Gehirne zukommen zu laſſen. Alles, was das Sehorgan als ſpecifiſches Organ conſtituirt, das Auffaſſen der Bilder und der Farben, gehört deshalb den Stäbchen, Zapfen, Radialfaſern und Nervenzellen an — der Sehnerv, ohne dieſe analyſirenden Organe, würde nur Empfindung von Licht und Dunkel gewähren können.

Daß die Netzhaut überhaupt der empfindende, der Sehnerve der dem Gehirne zuleitende Theil des Auges ſei, und daß bei Krankheit oder Zerſtörung beider Organe Blindheit die noth-

wendige Folge ist, läßt sich leicht nachweisen. Beiderlei Zustände begreifen wir unter dem Namen des *schwarzen Staares* oder der *Amaurose*. Die äußeren Augentheile sind bei solchen Zuständen meist vollkommen gesund. Das Innere des Sehloches ist klar und rein schwarz, wie bei einem gesunden Auge, und eine Operation, welche die übrigen Augentheile betreffen würde, durchaus unstatthaft. Eben so leicht läßt sich aber auch nachweisen, daß der Sehnerve als solcher keine andere als höchstens Lichtempfindung erzeugen könnte. Gerade diejenige Stelle im Auge, wo die Netzhaut nur aus Sehnervenfasern besteht, die Eintrittsstelle des Sehnerven, ist, wie wir später sehen werden, vollkommen unempfindlich gegen das Licht, so daß wir beständig einen dunklen Fleck in unserem Gesichtskreise mit uns herumtragen.

Die einzelnen Theile des Auges sind indeß nicht nur empfindend und leitend. Wir haben oben gesehen, daß viele Organe, wie die Lider, die Bindehaut, ja auch die weiße Augenhaut nur Schutzorgane sind; andere, wie die Hornhaut, die Linse, der Glaskörper und die wässerige Feuchtigkeit sind dagegen durchsichtige Medien, bestimmt, die Lichtstrahlen auf ihrem Wege nach der empfindenden Netzhaut durchzulassen und durch die Krümmung ihrer Oberflächen so zu brechen, daß sie im Grunde des Auges Bilder erzeugen, welche als solche aufgefaßt werden können. Die Untersuchung der Brechungsverhältnisse im Auge bildet einen der wesentlichsten Gegenstände der Physiologie des Auges, wie der Optik überhaupt.

Schneidet man das Auge eines weißen Kaninchens unmittelbar nach dem Tode aus und hält dasselbe, nachdem man es sorgfältig gereinigt hat, gegen ein Fenster, so erblickt man auf der hinteren Wand des durchscheinenden Auges, dessen Aderhaut durchsichtig und pigmentlos ist, das sehr zierliche Bild des Fensters nebst den draußen befindlichen Gegenständen, verkleinert und verkehrt. Noch besser gelingt der Versuch, wenn man das Auge in eine zusammengewickelte Papierrolle so legt, daß seine Pupille nach vorn schaut und man nun hinten in die Röhre, welche alles seitliche Licht abhält, hineinschaut. Die umgebenden Gegen-

ſtände zeigen ſich in wunderbar klaren Bildchen, mit ihren natürlichen Farben, in beſtimmter Proportion verkleinert und verkehrt, ſo daß die Bäume z. B. oben zu wurzeln und ihre Spitze unten zu haben ſcheinen. Das Auge eines weißen Kaninchens iſt deshalb beſonders geeignet zu dieſem Verſuche, weil ſeine Aderhaut, wie bei allen Kakerlaken, vollkommen durchſcheinend iſt, während bei den gewöhnlichen Augen dieſelbe ſchwarz und undurchſichtig erſcheint. Um bei einem normalen Auge denſelben Verſuch anzuſtellen, müßte man hinten in der Gegend der Augenaxe ein bedeutendes Stück der weißen Augenhaut oder der Sclerotica wegnehmen und dann das ſchwarze Pigment der Aderhaut wegpinſeln, ſo daß nur die matt durchſcheinende Netzhaut überbliebe; — abgeſehen von der Langweiligkeit einer ſolchen Operation würde aber das ſo behandelte Auge dennoch keine ſo deutlichen Bilder geben, als das weiße Kaninchenauge, deſſen urſprüngliche Geſtalt vollkommen erhalten iſt, während durch die Wegnahme der weißen Augenhaut nothwendig die Form des Augapfels verändert und dadurch die Reinheit des Bildes geſtört werden muß.

Es lehrt dieſer einfache, leicht anzuſtellende Verſuch, daß in dem Auge ein optiſcher Apparat verwirklicht iſt, in welchem die umgebenden Gegenſtände auf ein kleines, verkehrt ſtehendes Bild von großer Schärfe und Deutlichkeit reducirt werden, und daß die verſchiedenen Theile des Auges ſo conſtruirt ſind, daß dieſes Bild auf der Netzhaut ſich entwirft. Wir beſitzen optiſche Apparate, welche zu gleichem Zwecke conſtruirt ſind und die wir dunkle Kammern, Camera obscura, nennen. Dieſe Vorrichtungen beſtehen in ihrer einfachſten Conſtruction aus einem inwendig ſchwarz lackirten Kaſten, auf deſſen einer Fläche eine gläſerne Linſe, ein Brennglas, angebracht iſt. Gegenüber dieſem Brennglaſe befindet ſich, ſtatt einer ſchwarzen Wand, eine mattgeſchliffene, durchſcheinende Glasplatte. Betrachtet man dieſe Glasplatte, ſo zeichnen ſich die vor dem Brennglaſe befindlichen Gegenſtände in verkleinertem und verkehrtem Bilde auf derſelben; das Bild würde ſich ſchon erzeugen, wenn man nur in

der gehörigen Entfernung hinter dem Brennglaſe, oder, um den wiſſenſchaftlichen Ausdruck beizubehalten, hinter der Sammellinſe die matte Glastafel anbrächte, es würde aber undeutlich, unrein ausfallen, wegen des überall einfallenden, falſchen Lichtes; der innen ſchwarze Kaſten, an welchem Sammellinſe und Glastafel angebracht ſind, dient nur zur Abhaltung dieſes falſchen Lichtes, zur Abſorption aller ſeitlich einfallenden Strahlen, welche die Reinheit des Bildes beeinträchtigen würden.

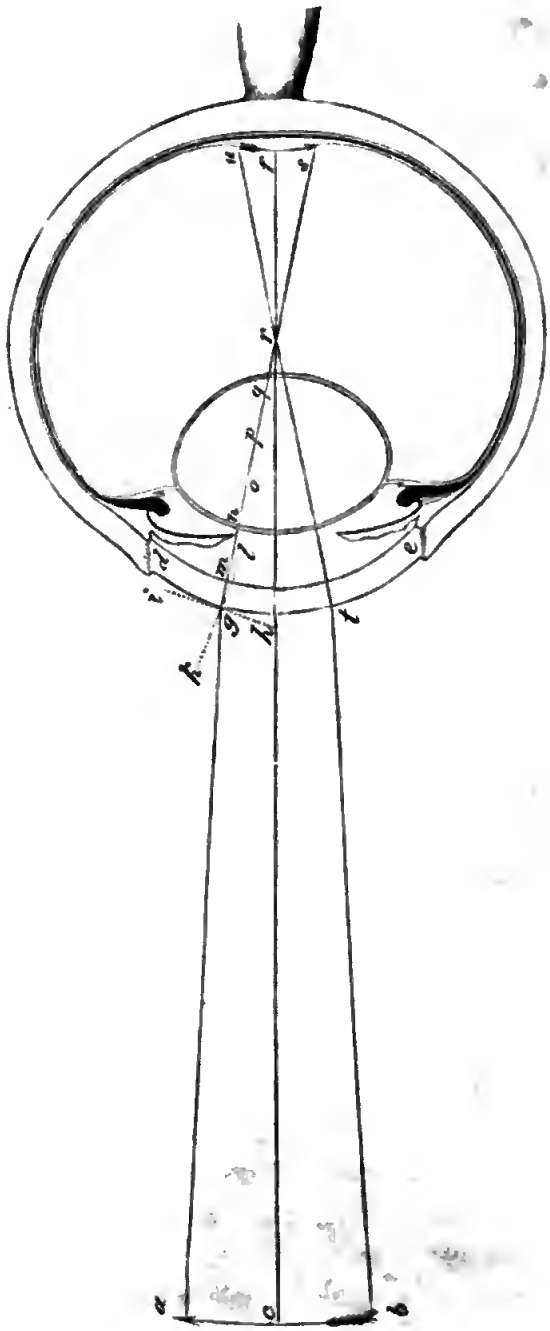
Vergleicht man nun den Bau des Auges mit der Conſtruction der Camera obscura, ſo laſſen ſich ſogleich folgende Anhaltspunkte feſtſtellen. Alle durchſichtigen Augentheile, die Hornhaut, die Kryſtallinſe und der Glaskörper, zeigen keine flachen, ſondern bogenförmige Oberflächen, ſie ſtellen in ihrer Geſammtheit eine Sammellinſe dar, die aus verſchieden brechenden Theilen zuſammengeſetzt iſt. Die Netzhaut, das empfindende Gebilde, entſpricht durch ihre Mattigkeit und das Durchſcheinende, das ſie beſitzt, vollkommen der matten Glastafel, während die weiße Augenhaut mit der an ihrer inneren Fläche ausgebreiteten Aderhaut dem innen ſchwarz lackirten Kaſten der Camera obscura ſich vergleichen läßt.

Die Lichtſtrahlen, welche durch eine Sammellinſe mit regelmäßig gebogenen Oberflächen gehen, werden alle in der Weiſe gebrochen, daß ſie in einem beſtimmten, hinter der Linſe gelegenen Punkte, welcher der Kreuzungspunkt heißt, ſich vereinigen. Nur der Axenſtrahl, d. h. derjenige Strahl, welcher durch das Centrum der Linſe geht, wird ungebrochen in gerader Linie fortgeleitet, alle übrigen Strahlen hingegen werden von der Linſe nach dem Axenſtrahle hin gebrochen und vereinigen ſich mit ihm in dem Brennpunkte oder Kreuzungspunkte. Faßt man daher mit einer Sammellinſe das Bild der Sonne, eines kreisrunden Körpers, auf, ſo bilden die durch die Linſe durchgehenden Strahlen einen Kegel, in deſſen Spitze ſie ſich ſämmtlich vereinigen und dadurch eine größere Hitze hervorbringen. Wer hat ſich nicht ſchon eines Brennglaſes bedient, um Zunder anzuſtecken? Man rufe ſich die zu dieſem Endzwecke nöthigen Manipulationen zurück.

Anfangs hält man das Brennglas zu nahe, man ſieht einen hellen Kreis auf dem Zunder. Man entfernt es; der Kreis wird immer kleiner. Iſt man ſo weit, daß nur ein hellglänzender Punkt ſich zeigt, ſo entbrennt der Zunder. Entfernt man das Brennglas noch mehr, ſo entſteht von neuem ein Kreis, der um ſo größer wird, je weiter es von dem Zunder abſteht. Die Lichtſtrahlen kreuzen ſich in dem Brennpunkte und bilden von dieſem an auseinandergehend einen zweiten Kegel, deſſen Spitze in dem Brennpunkte liegt. Hat man nun zufällig die Sammellinſe ſo gefaßt, daß der eine Finger ſeitlich auf derſelben aufliegt, ſo daß z. B. ein Theil des linken Randes der Linſe von dem Finger beſchattet iſt, ſo wird man in dem Kreiſe, welcher entſteht, bevor der Zunder im Brennpunkte iſt, den Schatten des Fingers auf der linken Seite ſehen, während bei größerer Entfernung, über den Brennpunkt hinaus, der Schatten des Fingers auf der umgekehrten, alſo rechten Seite ſich findet. Es bedarf nicht mehr, als dieſes einfachen Verſuches, um ſich zu überzeugen, daß die von einer Sammellinſe aufgefaßten Strahlen ſich wirklich in dem Brennpunkte kreuzen und hinter dem Brennpunkte demnach ein verkehrtes Bild des Gegenſtandes bilden müſſen, wo rechts und links, oben und unten mit einander verwechſelt ſind. Die Verhältniſſe des Bildes bleiben die nämlichen, nur ſeine Stellung iſt eine verſchiedene.

Der oben erwähnte Verſuch mit dem Kaninchenauge beweiſt, daß dieſe Verhältniſſe in dem Auge verwirklicht ſind. Den Gang der Lichtſtrahlen mag die auf der folgenden Seite eingedruckte Figur verſinnlichen. Der Pfeil a c b ſtelle einen zu ſehenden Körper vor. Die Lichtſtrahlen, welche dieſer nach dem Auge abſendet, ſind alle zwiſchen den Strahlen a g und b t eingeſchloſſen. Die mit krummen Flächen begrenzte Hornhaut d e wird die Strahlen, welche in ſie eindringen, brechen, und da ſie ein größeres Brechungsverhältniß als die Luft beſitzt, ſo werden die Strahlen gegen die punktirte Linie k l hin gebrochen. (Dieſe punktirte Linie iſt eine ſenkrechte auf der Tangente i h, die ebenfalls punktirt iſt.) Der Strahl a b wird alſo die Richtung

Fig. 52.



m n o p q r nehmen und in dem letzteren Punkte mit dem ebenfalls nach der Mitte zu gebrochenen Strahle b t zusammentreffen. Der Axenstrahl c, welcher auf die Mitte der Hornhautwölbung trifft, wird ungebrochen in gerader Linie durchgehen. Alle diese Strahlen werden also in r, in dem Brennpunkte des Auges, zusammentreffen und von dort aus weiter nach dem Hintergrunde des Auges gehen. In dem Brennpunkte aber werden sie sich kreuzen, und während der Axenstrahl gerade durch nach f geht, wird der Strahl b t nach u, der Strahl a k nach s gelangen, das verkleinerte Bild s u f im Hintergrunde des Auges also verkehrt stehen.

Wir haben, zur Vereinfachung der Demonstration, hier angenommen, als finde nur eine einzige Brechung durch die sphärisch gewölbte Hornhaut statt. Im Auge selbst tritt aber dadurch eine Complication ein, daß nicht ein, sondern mehrere brechende Körper hinter einander aufgestellt sind, deren Effecte zusammengenommen die Herstellung eines verkleinerten Bildes auf der Netzhaut zur Folge haben. Die Hornhaut, mit ihrer kreisförmigen Wölbung, welcher die Fläche der wässerigen Flüssigkeit natürlich folgt, bedingt schon eine bedeutende Brechung der Lichtstrahlen nach der Axe zu, welche noch durch die Krystalllinse verstärkt wird. Dieses aus concentrischen Faserlagen gewobene Gebilde ist vorne mehr flach und einer Ellipse nach gekrümmt, während die hintere Fläche den Abschnitt einer Parabel darstellt. Die practische Optik hat bis jetzt vergebens versucht, paraboliſche Linsen darzustellen; ihre Schleifung ist, wie es scheint, eine Unmöglichkeit. Es würde hier zu weit führen, und gehört auch wesentlich einer andern Wissenschaft, der Optik, an, wenn wir zeigen wollten, warum elliptische und namentlich paraboliſche Oberflächen für Sammellinsen die geeignetsten sind. Bei Linsen, deren Oberflächen Kugelabschnitte darstellen, tritt die sogenannte sphärische Aberration ein; Lichtstrahlen nämlich, welche den Rand der Linse unter einem gewissen Winkel treffen, werden nicht genau in den Brennpunkt, sondern vor oder hinter denselben gebrochen, und solche Linsen erzeugen daher hinter dem

Brennpunkte Bilder, welche nicht rein ſind. Man kann dieſen Uebelſtänden, die ſelbſt bei der beſtgeformten ſphäriſchen Linſe ſich zeigen, theilweiſe dadurch abhelfen, daß man den Rand der Linſe den Seitenſtrahlen entzieht, indem man eine Blendung vor derſelben aufſtellt, welche ſchwarz gefärbt iſt und in der Mitte eine mehr oder minder große Oeffnung zeigt. Es werden durch eine ſolche Blendung die Axenſtrahlen und die denſelben zunächſt liegenden, ziemlich parallelen Strahlen eingelaſſen, die Randſtrahlen aber ausgeſchloſſen. Es gehört indeß eine genaue Berechnung der Brechungskraft, ſo wie der gekrümmten Oberfläche der Linſe und zugleich eine beſtimmte Entfernung des Objectes dazu, um dem Bilde die größtmögliche Schärfe zu geben, und Sammellinſen, welche in verſchiedenen Weiten gebraucht werden, bedürfen demnach Blendungen von verſchiedener Größe, die man je nach Beſchaffenheit und Entfernung des Objectes wechſeln kann. Blendungen ſind indeß nie hinreichend, um die ſphäriſche Aberration gänzlich aufzuheben; es gehören dazu noch ferner eine Abänderung der Curven in elliptiſche und paraboliſche, und endlich eine Verdünnung der Subſtanz der Linſe ſelbſt am Rande, wodurch die Randſtrahlen eine geringere Brechung erleiden und ſo wieder in den Brennpunkt gelangen, vor dem ſie ſich vereinigt haben würden, wenn die Linſe in allen ihren Theilen aus derſelben, überall gleich dichten Subſtanz verfertigt wäre.

Die practiſche Optik hat dieſe Bedürfniſſe nicht alle in gleichem Maße verwirklichen können. Es iſt ihr unmöglich, paraboliſche Linſen herzuſtellen; ſie kann ihre Linſen nur aus einem Materiale, etwa Glas oder Kryſtall, ſchneiden, das überall gleich dicht iſt; ihre Blendungen können gewechſelt, aber nicht allen möglichen Abſtufungen angepaßt werden. In dem Auge hingegen ſind alle Bedingungen vereinigt. Die hintere Linſenfläche iſt paraboliſch, die vordere elliptiſch; die äußeren Schichten der Linſe ſind weniger dicht, brechen das Licht weniger ſtark, als der innere Kern, und die Randſtrahlen werden deshalb um ſo weniger gebrochen, je mehr ſeitlich ſie einfallen; endlich hat die Natur in dem beweglichen Vorhange der Iris oder Regenbogenhaut eine

veränderliche Blendung hergeſtellt, welche ſich allen verſchiedenen Erforderniſſen anzupaſſen vermag und ſtets der Pupille diejenige Weite giebt, welche zur Herſtellung eines ſcharfen Bildes erforderlich iſt. Die Bewegungen der Regenbogenhaut ſind unwillkürliche, durch Reflexion bedingte Bewegungen, die mit der Lichtempfindung auf der Netzhaut in Verbindung ſtehen. Je heftiger der Reiz iſt, der dieſe trifft, deſto enger zieht ſich die Regenbogenhaut zuſammen, deſto kleiner wird die Pupille; je mehr wir die Netzhaut bei Betrachtung eines Gegenſtandes anſtrengen, um ſo mehr zieht ſich die Pupille zuſammen und um deſto ſchärfer wird das Bild, das ſich auf der Netzhaut bildet. Zerſtörung des Sehnerven, Lähmung der Netzhaut bedingen auch Unbeweglichkeit der Regenbogenhaut und ſtarre Fixation der Pupille, während bei geſundem Sehvermögen dieſe wunderbare contractile Blendung in ſtetem Spiele ſich befindet, um, je nach dem Bedürfniſſe des Sehactes, die Oeffnung, welche den Lichtſtrahlen geboten iſt, kleiner oder größer zu ſtellen.

Der Kreuzungspunkt, welcher durch die Vereinigung der angeführten Mittel hergeſtellt wird, liegt in dem menſchlichen Auge in geringer Entfernung hinter der Linſe, etwa in der Hälfte der Länge der Augenaxe, in genaueren Maßen 12 Millimeter hinter der Vorderfläche der Hornhaut, oder vier Millimeter hinter der Hinterfläche der Linſe.. Merkwürdiger Weiſe iſt derſelbe Punkt annähernd auch das Centrum, um welches unſere Augen bei ihren Bewegungen ſich drehen. Wie wir auch unſere Augen ſtellen mögen, nach oben, unten, außen oder innen, der Kreuzungspunkt bleibt ſtets an derſelben Stelle, er iſt zugleich der Drehpunkt für die Bewegungen des Augapfels, der ſich in der Augenhöhle wie in einem Nußgelenke umherwälzen kann. Die Kugel, welche ſich in einem Nußgelenke befindet, kann nicht ſeitlich ausweichen, da ſie überall in der Peripherie fixirt iſt; vermöge ihrer Kugelform aber kann ſie ſich nach allen Richtungen hin umdrehen, ohne daß ihr Mittelpunkt verändert wird. Es iſt eine äußerſt merkwürdige Einrichtung bei dem Auge, daß der ſtatiſche Mittelpunkt, um welchen das Auge durch ſeine mecha-

niſchen Vorrichtungen gedreht wird, faſt zuſammenfällt mit dem optiſchen Mittelpunkte des Organes. Das ſo eingerichtete Inſtrument erhält bei möglichſter Beweglichkeit zugleich eine außerordentliche Präciſion in ſeinen Bewegungen, während die Punkte der Oberfläche, welche ſich über Kreisabſchnitte drehen, nur ſehr wenig Raumveränderung vorzunehmen haben, um eine bedeutende Axenveränderung herzuſtellen.

Da das Nußgelenk, innerhalb deſſen ſich die Kugel des Augapfels dreht, nur aus einem Fettpolſter beſteht, welches eine gewiſſe Nachgiebigkeit hat, ſo kann man die ganze Einrichtung auch als ein Nußgelenk anſehen, welches zugleich ſelbſt wieder verſchiebbar iſt. Es ſcheint indeſſen, als ob die Wirkung der Augenmuskeln niemals ſo weit ginge, den Augapfel ſelbſt zu verſchieben, ſondern nur zuweilen ſich darauf beſchränkte, ihn in der Richtung der Sehaxe weiter in die Augenhöhle zurückzuziehen oder bei Erſchlaffung vortreten zu laſſen. Viele Säugethiere haben zu dieſer Bewegung einen eigenthümlichen Muskel, der bei dem Menſchen durch das Zuſammenwirken der geraden Augenmuskeln erſetzt wird.

Der ſchon öfter erwähnte Fundamentalverſuch mit dem weißen Kaninchenauge enthält noch mancherlei Folgerungen, welche in der Conſtruction des Auges als optiſches Werkzeug begründet liegen und deren nähere Erörterung zum Begreifen des Sehproceſſes höchſt wichtig iſt. Richtet man das präparirte Kaninchenauge gegen ein Fenſter, durch welches ſich Häuſer, Bäume, Berge in der Ferne, kurz eine ganze Landſchaft zeigt, ſo erhält man auf der hinteren Seite ein verkleinertes Bild, dem das Fenſter als Einfaſſung dient. Je ferner die Gegenſtände, deſto kleiner erſcheinen ſie; ein Berg am Horizonte erſcheint kaum ſo groß, als der Schornſtein eines gegenüberſtehenden Hauſes. Es beruht dieſe Verkleinerung der entfernten Gegenſtände, auf welcher unſere ganze Malerkunſt, unſere Perſpective beruht, einzig und allein auf der Vergrößerung oder Verkleinerung des Sehwinkels oder Geſichtswinkels, unter welchem die Gegenſtände erſcheinen. Man halte einen

Bleiſtift von einer gewiſſen Länge dem Auge in einer Entfernung von 5 oder 6 Zollen gegenüber, und denke ſich nun von allen Punkten dieſes Bleiſtiftes Linien nach dem Kreuzungspunkte des Auges gezogen. Das Bleiſtift wird ſo zur Baſis eines Dreieckes, deſſen Spitze in dem Kreuzungspunkte liegt, und wenn ich in der geometriſchen Conſtruction fortfahrend die im Kreuzungspunkte des Auges ſich treffenden Linien bis zur Netzhaut verlängere, ſo erhalte ich auf dieſer ein umgekehrtes Bild, das ebenfalls als Baſis eines Dreieckes betrachtet werden kann, deſſen Spitze im Kreuzungspunkte liegt und deſſen Schenkel von den äußerſten Strahlen gebildet werden, die von den beiden Enden des Bleiſtiftes herſtammen. Jedes Dreieck beſteht aus drei Winkeln; derjenige Winkel, welcher durch die äußerſten Strahlen in dem Kreuzungspunkte gebildet wird, heißt der Sehwinkel, unter dem ich das Object erblicke.

Je weiter man die Seite eines Dreieckes von der gegenüberſtehenden Ecke entfernt, deſto kleiner wird der Winkel, unter welchem die beiden Schenkel des Dreieckes in der Spitze zuſammentreffen. Je weiter mithin ein Gegenſtand von dem Auge entfernt iſt, deſto kleiner wird der Sehwinkel, unter welchem ſeine äußerſten Strahlen im Kreuzungspunkte zuſammentreffen, und deſto kleiner wird auch das Bild, welches er auf der Netzhaut erzeugt. Ein Object, welches in größerer Nähe einen gewiſſen Raum darbot, wie z. B. eine Scheibe, wird in größerer Entfernung nur wie ein Stecknadelknopf, noch weiter wie ein Punkt von kaum räumlicher Ausdehnung, endlich gar nicht mehr geſehen; weil bei zu großer Entfernung endlich der Geſichtswinkel auf ein Minimum reducirt wird und kein Bild mehr auf der Netzhaut erzeugt werden kann.

Die Beſtimmung des kleinſten Sehwinkels, unter welchem ein Gegenſtand noch wahrgenommen werden kann, unterliegt manchen Schwierigkeiten. So viel ich weiß, hat man noch nicht verſucht, denſelben objectiv zu beſtimmen, indem man an ausgeſchnittenen Augen verſuchte, bis zu welchem Grade ein noch wahrnehmbares Netzhautbildchen im Grunde des Auges entſtehen

würde; sondern man hat an den Augen lebender Menschen zu bestimmen gesucht, welche Größe ein Object haben müsse, um gerade noch wahrgenommen werden zu können, und hat sodann aus den erhaltenen Resultaten, bei den bekannten Dimensionen des Auges, die Größe des Sehwinkels und des Netzhautbildchens berechnet. Es müssen solche Berechnungen etwas Schwankendes haben, da nicht nur die Augen sehr bedeutende individuelle Verschiedenheiten darbieten, sondern auch dasselbe Individuum bei günstiger Stimmung weit schärfer, genauer und klarer sieht, als zu anderen Zeiten. Eben so bieten Farbe, Beleuchtung und Abgrenzung des Körpers, welchen man besieht, die mannichfachsten Gründe zu vielfachem Wechsel. Ein scharf und hell beleuchteter weißer Punkt auf schwarzem Grunde kann eine weit geringere Größe besitzen, als ein anderer hellgrauer Punkt auf etwas dunkler grauem Grunde, und während ersterer scharf und deutlich wahrgenommen wird, läßt letzterer sich nicht mehr erkennen. Indeß bieten solche Messungen stets gewisse Grenzen dar, innerhalb welcher die Körper bei günstiger Beleuchtung wahrgenommen werden. Man hat gefunden, daß Striche, die nur 0,007 Millimeter von einander entfernt, scharf auf Glas eingerissen sind, bei günstiger Beleuchtung und gehöriger Sehweite noch vollkommen deutlich unterschieden werden können, was bei einer Sehweite von 248 Linien im gegebenen Falle ein Netzhautbildchen von etwa einem Zweimalhunderttausendtheil eines Pariser Zolles geben würde, woraus sich ein Sehwinkel von etwa 2—3 Secunden ergiebt. Gegenstände, welche noch kleinere Netzhautbildchen erzeugen würden und einen noch kleineren Sehwinkel hätten, müßten begreiflicher Weise ganz aus dem Gesichte verschwinden und uns unsichtbar bleiben.

Die Berechnung der Entfernungen, unter welchen uns Gegenstände erscheinen, ist für uns eine oft unwillkürliche Abstraction aus dem Gesichtswinkel, unter welchem uns bekannte Gegenstände erscheinen, und Leute, für welche diese Bestimmung von Wichtigkeit ist, haben oft Regeln, nach welchen sie die Entfernungen sehr genau abschätzen können. Der Alpenjäger weiß, daß

der Gemsbock erſt dann ſich in gehöriger Schußweite befindet, wenn ſeine beiden Hörner mit Deutlichkeit unterſchieden werden können; dem Schützen iſt aus Erfahrung bekannt, daß er bei einer beſtimmten Entfernung nicht mehr die Knöpfe an der Uniform ſeines Feindes unterſcheidet, in noch größerer den Pompon und in noch bedeutenderer die Epauletten. Man hat bekanntlich Inſtrumente zu militäriſchem Gebrauche, mittelſt welcher man aus der ſcheinbaren Größe der Fußgänger und Reiter ihre wirkliche Entfernung in Schritten mit ziemlicher Genauigkeit abſchätzt. Wir wiſſen ebenfalls aus ungefährer Kenntniß die etwaige Größe eines Hauſes, eines Baumes, und beſtimmen daraus bei dem Anblicke einer Landſchaft die etwaigen Entfernungen. Täuſchungen in dieſer Hinſicht ſind ungemein leicht in ſolchen Gegenden, wo uns die gewöhnlichen Maßſtäbe unſerer Berechnung fehlen. In den höheren Gebirgen, wo die Tanne, ſtatt 60 Fuß Höhe, nur 20 erreicht, wo die großartigſten Felſen, die gewaltigſten Gletſcher keine anderen Linien und keine anderen Farben bieten als kleine Steine und Stücke Eis, in ſolchen Gegenden wird das Schätzungsvermögen der Entfernung gewaltig betrogen. Man glaubt die kleinſten Ritze, die winzigſten Steinchen zu ſehen, wo man nur gewaltige Klüfte und rieſige Felſen vor ſich hat; man vergißt die Kleinheit der Bäume und ſieht ſo alle Gegenſtände viel näher, als ſie in der That ſind. Wie ſehr alle dieſe Berechnungen der Entfernung aber eben nur Folge der Uebung und der Gewohnheit ſind, das zeigen die Kinder, die Blindgeborenen, denen eine Operation das Geſicht wieder giebt. Dieſe greifen nach dem Monde, als wäre er im Bereiche ihrer Hände, und erſt nach und nach lernen ſie ſehen und nach den Entfernungen abmeſſen. Das Bild, welches auf unſerer Netzhaut entſteht, iſt demnach kein körperliches, ſondern ein Flächenbild, welches wir mit unſerem geiſtigen Auge, dem Verſtande, ebenſo zu betrachten uns einüben, als wir die Bilder, welche die Malerei uns vorführt, ſtudiren. Die Entfernung und das Relief der Gegenſtände werden uns durch unſer Auge nicht unmittelbar gegeben; ſie ſind erſt das Reſultat der Uebung, die wir im

Gebrauche unſeres Inſtrumentes erlangen, und die Beurtheilung des Reliefs namentlich entſteht für uns theilweiſe nur aus der Beobachtung der Schatten. Die eingegrabenen vertieften Buchſtaben eines Siegelringes z. B. erſcheinen uns erhaben, ſobald wir ſie mit einer das Bild umkehrenden Lupe betrachten. Wir kehren dadurch die Schatten ebenfalls um.

Es gibt für jedes Auge eine gewiſſe Entfernung, in welcher es die Gegenſtände am ſchärfſten und deutlichſten wahrnimmt. Bei gewöhnlichen guten Augen beträgt dieſe Entfernung etwa acht Zoll; man nennt dies die normale Sehweite. Unwillkürlich bringen wir bei Unterſuchung von Gegenſtänden, die wir bis in ihre kleinſten Einzelheiten betrachten wollen, meiſt auch beim Leſen, Schreiben, Handarbeiten u. ſ. w. unſer Auge in die Entfernung ſeiner Sehweite. Ungemein häufig finden ſich indeß Abweichungen der Augen von dieſer normalen Sehweite. Iſt ſie geringer, ſo iſt Kurzſichtigkeit — wenn größer, Weitſichtigkeit vorhanden, und meiſt ſogar laſſen die beiden Augen Unterſchiede in ihrer mittleren Sehweite entdecken. Die Urſachen dieſer Abweichungen liegen beſonders in größerer oder geringerer Wölbung der lichtbrechenden Oberflächen des Auges. Kurzſichtige haben meiſt eine ſtärker gewölbte, Weitſichtige eine mehr flache Hornhaut, und ſehr wahrſcheinlich liegt bei ſolchen Individuen, wo eine ſtärkere oder geringere Wölbung der Hornhaut nicht wahrgenommen werden kann, die Urſache in der Krümmung der Linſenoberflächen, oder auch in der größeren oder geringeren Entfernung der Kryſtalllinſe von der Netzhaut. Junge Leute mit prallem Augapfel ſind häufig kurzſichtig wegen zu ſtarker Wölbung der Hornhaut; mit zunehmendem Alter, wo dieſe Prallheit abnimmt, die Wölbung geringer wird, verliert ſich auch die Kurzſichtigkeit, und es begegnet nicht ſelten, daß ſolche Leute in höherem Alter weitſichtig werden und nun Sammellinſen gebrauchen müſſen, während ſie in ihrer Jugend zum Tragen von Zerſtreuungsbrillen genöthigt waren. Der Kurzſichtige ſieht kleine Gegenſtände, denen er ſich hinlänglich nähern kann, beſſer als der Weitſichtige, weil er eben bei größerer Näherung zum Auge

einen größeren Gesichtswinkel für dieselben erhält; er braucht aus demselben Grunde weniger Licht als der Weitsichtige, und für solche Beschäftigungen, die scharfes Sehen in der Nähe verlangen, ist der Kurzsichtige offenbar begünstigt, während ihm namentlich im Freien der Genuß der Landschaften und Aussichten, die dem Weitsichtigen vergönnt sind, bedeutend verkürzt ist.

Die Beschäftigung des Menschen, sein Stand und seine Lebensart üben, abgesehen von dem Alter, den größten Einfluß auf die Sehweite der Augen aus. Die sitzende Lebensart unserer Jugend, die stete Beschäftigung mit Lesen und Schreiben haben die Kurzsichtigkeit allgemein verbreitet und leider! droht die körperliche Infirmität auch in eine geistige auszuarten. Der Gebrauch von Wandtafeln, Wandkarten und anderweitigen Hülfsmitteln der Art, welche den Schüler zwingen, den Blick zuweilen auf etwas entferntere Gegenstände, als Buch und Heft, zu richten, kann nicht ausreichen, obgleich auch dieses geringe Mittel nicht zu verschmähen ist. Beschäftigung in der freien Natur, eifrigeres Betreiben der Naturwissenschaften, nicht nur in einem Schulsaale bei pedantischen Büchern, trockenem Pflanzenheu und vermoderten Thierbälgen, sondern draußen bei Wind und Wetter, in Feld und Wald, wäre das rechte Mittel, der Kurzsichtigkeit entgegen zu arbeiten. Statt dessen aber erfindet man Apparate griechischen Namens, worin sieben O's mit einigen Ypsilons abwechselnd sich bestreben, eine Verrenkung der Kinnbacken zu erzeugen! Wie dem auch sei, statistische Untersuchungen haben herausgestellt, daß im Durchschnitte unter hundert Schülern und Studenten von 16—25 Jahren 94 Kurzsichtige sich befinden; daß unter den Gelehrten dies Verhältniß etwas nach Alter und Beschäftigung abnimmt, so daß theoretische Bücherwürmer 84, praktischer beschäftigte Gelehrte nur 63 Procent Kurzsichtige zählen, während Männer höherer Stände eine noch höhere Verhältnißzahl, nämlich 67 bekommen. Kaufleute, die den größten Theil ihres Lebens am Bureau zubringen, haben 63 Procent Kurzsichtige, während Ladendiener, Commis, Magazinbeamte, die weniger sitzende Lebensart im Kaufmannsstande führen, 48 Pro-

cent Weitſichtige zählen. Soldaten, Künſtler, Schuſter und Schneider zählen mehr als die Hälfte Weitſichtiger; Jäger und Ackerbauer endlich zeigen die günſtigſten Verhältniſſe für die Weitſichtigkeit, indem ſich unter ihnen 74 auf hundert finden.

Der ſo deutlich ausgeprägte Einfluß der Beſchäftigung auf die Sehweite der Augen beweiſt zugleich, daß dieſe ſich in gewiſſer Grenze den Entfernungen anzupaſſen vermögen, welche gewöhnlich ihnen dargeboten werden. Es giebt für jedes Auge eine gewiſſe Entfernung, in welcher es am ſchärfſten und genaueſten ſieht; von dieſer Sehweite an nehmen die Bilder in der Nähe wie in der Ferne an Deutlichkeit ab. Unſer Auge kann ſich aber verſchiedenen Entfernungen anpaſſen; es beſitzt ein Accommodationsvermögen, nach welchem es, noch innerhalb der Grenzen der deutlichen Bilder, ſich den verſchiedenen Entfernungen anzupaſſen vermag. Ein Individuum, das lange aufmerkſam geleſen oder geſchrieben hat und nun plötzlich durch das Fenſter nach einem entfernteren Gegenſtande, etwa einer Thurmuhr blickt, auf welcher es die Stunde zu ſehen gewohnt iſt, ſieht in dem erſten Augenblicke das Zifferblatt verwaſchen, die Zahlen und Zeiger verſchwimmend, und erſt nach einigen Secunden geſtaltet ſich das Bild ſchärfer und ſchärfer, bis man deutlich Ziffern und Zeiger erkennt. Das Auge hat ſich hier den verſchiedenen Entfernungen, die ihm geboten wurden, angepaßt, und es muß offenbar eine innere Veränderung im Auge vor ſich gegangen ſein, wodurch die Verhältniſſe der optiſchen, lichtbrechenden Medien zu der Netzhaut in dem Grade verändert wurden, daß nun das Bild der entfernteren Gegenſtände deutlich auf derſelben entworfen wird. Mittelſt des Helmholtz'ſchen, jetzt von vielfachen Verfaſſern modificirten und verbeſſerten Augenſpiegels, durch den man die Bilder erblicken kann, die ſich auf der Netzhaut eines lebenden Menſchen abſpiegeln, kann man ſich überzeugen, daß das Auge ſtets nur auf eine gewiſſe Entfernung eingeſtellt iſt. Die Bilder der Körper, welche in dieſer Entfernung liegen, ſind deutlich — alle anderen aber undeutlich. Faßt der Menſch einen vor oder hinter dem Körper liegenden

Gegenſtand ins Auge, ſo wird das Bild dieſes Gegenſtandes deutlich, dasjenige des urſprünglich betrachteten Körpers dagegen undeutlich — ein deutlicher Beweis, daß keine Veränderung der Sehaxe, keine Augenbewegung nöthig iſt, um die Einſtellung zu bewirken, und daß dieſe im Inneren des Auges vor ſich gehe.

Man hat vielfach zu beſtimmen geſucht, auf welcher inneren Veränderung dies Accommodationsvermögen beruhe, ohne zu ganz genügenden Reſultaten zu kommen. Die Verhältniſſe der kurz- und weitſichtigen Augen mußten zuerſt auf die Vermuthung bringen, daß die Hornhaut beim Anpaſſen an entfernte Gegenſtände abgeplattet, beim Naheſehen gewölbt würde; allein unmittelbare Beobachtung ſcheint dieſe Annahme nicht zu beſtätigen. Eben ſo wenig hat die Zuſammendrückung des Augapfels durch die Muskeln einigen Grund für ſich. Die wahrſcheinlichſte Annahme bleibt noch die, daß die Kryſtalllinſe ſelbſt im Inneren des Auges etwas Weniges vor- und rückwärts bewegt werden könne und daß durch dieſe Veränderung der Entfernung zwiſchen Kryſtalllinſe und Netzhaut die Accommodation vermittelt werde. Man hat berechnet, daß es nur eines Vorrückens der Linſe von etwa einem Zehntel einer Linie bedürfe, um das Auge allen möglichen Entfernungen anzupaſſen, und es iſt leicht einzuſehen, daß bei der Undurchſichtigkeit der ſeitlichen Wände des Augapfels, der großen Beweglichkeit deſſelben und der ziemlich freien Lage, Bewegungen, welche in dem Inneren dieſes Organs vor ſich gehen und innerhalb des zehnten Theiles einer Linie ſpielen, kaum thatſächlich nachgewieſen werden können. Die Möglichkeit einer ſolchen Bewegung iſt aber allerdings gegeben durch die Art und Weiſe, mit welcher die Linſe an der ihr angewieſenen Stelle im Auge befeſtigt iſt, und namentlich durch die Wirkung des muskulöſen Strahlenbandes, combinirt mit der größeren oder geringeren Anfüllung der Choroidealgefäße, durch welche der Raum im Inneren des Augapfels verengert und erweitert werden kann. Durch die Veränderung der Spiegelbilder des Auges hat man außerdem ſich überzeugt, daß die vordere Wölbung der Kryſtalllinſe beim Einſtellen auf nahe Gegenſtände vergrößert, auf ent-

fernte dagegen verflacht wird. Betrachtet man nämlich mit Aufmerksamkeit das Auge eines Menschen, vor welches man im Dunkeln eine brennende Kerze hält, so sieht man drei Spiegelbilder im Auge, die verschiedene Helligkeit besitzen: das hellste, vorderste steht aufrecht und rührt von der Vorderfläche der Hornhaut; das mittlere, umgekehrte von der Hinterfläche der Linse und das am wenigsten deutliche ebenfalls aufrechte von der Vorderfläche der Linse her. Aus der Verschiedenheit der Stellung dieser beiden Linsen-Spiegelbilder zu einander hat man nun den obigen Schluß gezogen. Die Beobachtungen sind allerdings schwierig anzustellen, doch immerhin genau genug, um das Resultat zu sichern.

Durch mannichfache Versuche läßt sich zeigen, daß die Entfernung der Krystalllinse von der Netzhaut, bei sonst gleich bleibender Beschaffenheit der übrigen Augentheile, einen wesentlichen Einfluß auf die Beschaffenheit der Netzhautbilder üben müsse, und daß die Stellung dieser Bilder bei Entfernung oder Näherung der Gegenstände eine sehr verschiedene sei. Der sogenannte Scheiner'sche Versuch, den Jeder leicht anstellen kann, ist in dieser Beziehung wohl einer der einfachsten Fundamentalversuche. Man sticht mit einer nicht zu dicken Stecknadel in ein Kartenblatt zwei Löcher, welche höchstens zwei Millimeter von einander abstehen, und hält nun das Kartenblatt so vor das Auge, daß man durch beide Löcher zugleich mit dem Auge sieht. Betrachtet man nun eine Stecknadel, die man in verschiedene Entfernungen vor- und rückwärts bewegt, so sieht man dieselbe in der normalen Sehweite des Auges, bei etwa 6—10 Zoll Abstand, einfach. In jeder andern Entfernung, näher und entfernter von dem Auge, wird die Stecknadel doppelt gesehen, und zwar entfernen sich die Doppelbilder um so mehr von einander, je näher oder weiter von dem Auge man die Stecknadel hält. Bringt man dieselbe dem Auge zu nahe und hält man nun das Loch auf der rechten Seite zu, so verschwindet das Doppelbild auf der linken Seite und umgekehrt; hält man aber die Stecknadel über die Sehweite hinaus und verstopft man nun das Loch auf

der rechten Seite, so verschwindet das Doppelbild auf der rechten Seite und nicht auf der linken, wie es bei zu großer Näherung der Fall war.

Die Erklärung dieses Versuches läßt sich bei einigem Nachdenken leicht finden. Die Lichtstrahlen, welche von dem linien- oder punktförmigen Objecte ausgehen, gelangen durch die beiden Löcher des Kartenblattes in das Auge, sie bilden mithin einen Winkel, dessen Spitze in der Stecknadel liegt und dessen Oeffnung von der Entfernung der beiden Löcher von einander abhängt. Durch die Linse werden die Lichtstrahlen nach innen gebrochen, so daß sie sich in einem gewissen Punkte hinter der Linse wieder schneiden müssen. Steht nun die Stecknadel in der richtigen Sehweite, so fällt der Vereinigungspunkt der Lichtstrahlen genau auf die Netzhaut; es entsteht somit auf dieser nur ein einzelnes Bild und es wird demnach auch nur ein einfaches Bild empfunden und gesehen.

Wird hingegen die Stecknadel zu weit von dem Auge entfernt, so wird die Brechung der eintretenden Strahlen so gering, daß sie erst weit hinter der Netzhaut einander schneiden werden. Die Lichtstrahlen treffen demnach auf verschiedene Stellen der Netzhaut und entwerfen dort Bilder, die als verschieden aufgefaßt und empfunden werden. Das Gegentheil findet statt bei zu großer Näherung; die unter starkem Winkel einfallenden Strahlen werden stark gebrochen und schneiden einander im Inneren des Auges, noch ehe sie zur Netzhaut gelangen, so daß sie auf dieser gekreuzte Bilder entwerfen. Aus dieser Kreuzung im Inneren des Auges erklärt sich dann auch der Umstand, daß bei zu großer Näherung des zu betrachtenden Gegenstandes und beim Zuhalten des einen Loches das Doppelbild der entgegengesetzten Seite verschwindet, während bei übermäßiger Entfernung, wo sich die Strahlen erst hinter der Netzhaut kreuzen würden, das Doppelbild derselben Seite verschwindet.

Dieser einfache Versuch liegt allen denjenigen Einrichtungen zu Grunde, welche man zur Messung der deutlichen Sehweite gebraucht. Diese ist ganz einfach durch den Raum

begrenzt, innerhalb deſſen man die Stecknadel einfach und deutlich ſieht. Man bezeichnet die Grenzpunkte dieſes Raumes, der ſtets eine gewiſſe Länge hat, als Nähe- und Fernpunkt der deutlichen Sehweite. Die genauere Beſtimmung dieſer Entfernung iſt nicht nur für den Gebrauch optiſcher Inſtrumente, wie z. B. des Fernrohres und Mikroſkopes, ſehr wichtig, ſondern auch von practiſchem Werthe, z. B. für die Feſtſtellung der Kurzſichtigkeit bei Recruten. Zu dieſem letzteren Zwecke wird, um Betrug zu vermeiden, der Verſuch in etwas abgeänderter Weiſe innerhalb eines Apparates angeſtellt, in welchem man das Object, ohne daß es der Beobachter merkt, hin und her rücken kann. Bei ſolchen genaueren Meſſungen hat ſich denn auch ergeben, daß unſer Auge wegen der ungleichen Krümmung der brechenden Flächen niemals gleichzeitig für alle einfallenden Lichtſtrahlen eingeſtellt iſt, ſo daß wir die Körper, welche in horizontalen und verticalen Ebenen gleich weit von dem Auge entfernt ſind, nicht mit gleicher Deutlichkeit ſehen. Gewöhnlich iſt unſer Auge für die Strahlen der horizontalen Ebene und zwar für die Ferne eingerichtet, ſo daß zu der Nahſicht und zum Erblicken der Gegenſtände in gleicher Entfernung, aber in der verticalen Ebene, eine Accommodation gehört.

Die Schärfe des Sehens oder die Fähigkeit des Auges, jeden Punkt eines Gegenſtandes als genau begrenzt zu unterſcheiden, hängt durchaus von der genauen Krümmung der brechenden Flächen ab, wodurch die ſämmtlichen Strahlen, die von einem Punkte ausgehen, auch auf demſelben Punkte der Netzhaut wieder geſammelt werden. Da indeſſen dieſe Bedingung nicht genau für alle Punkte im Raume hergeſtellt ſein kann, ſo ſehen wir nur von einzelnen Punkten richtig conſtruirte Bilder, von anderen aber mehr oder minder große, aus Zerſtreuungskreiſen beſtehende, verwaſchene Bilder. Dieſe Zerſtreuungskreiſe zeigen ſich beſonders an den Contouren der Gegenſtände, ſobald dieſe nicht vollkommen innerhalb der Sehweite liegen. Ihre Auffaſſung und richtige Darſtellung in der Malerei bedingt die Weichheit der Contouren, welche den ausgebildeten Künſtler von dem

Anfänger unterscheidet. Gegenstände, deren Ränder besonders auch bei Beleuchtung von verschiedenen Seiten her undeutlich erscheinen, werden dann deutlicher, wenn man eine feine Oeffnung vor das Auge schiebt und so die Zerstreuungskreise aufhebt, die besonders bei stark leuchtenden Körpern in Gestalt von Strahlenbüscheln sich darstellen und so die Auffassung der Form wesentlich stören. Viele bewerkstelligen dies durch starkes Blinzeln, indem sie das Auge bis auf eine geringe Spalte schließen. Bei Augen, welche, wie das meinige, für Lichtbüschel außerordentlich empfindlich sind, genügt aber dieses Mittel nicht, und man muß sich dann durch geeignetes Zusammendrücken der Fingerspitzen eine solche feine Oeffnung herstellen.

Eine sehr wesentliche Bedingung zum deutlichen Sehen ist ferner die Stellung der Bilder auf der Netzhautfläche selbst. Nur diejenigen Axenstrahlen, welche den gelben Fleck und dessen nächste Umgebung treffen, werden deutlich und genau aufgefaßt, so daß also diejenigen Körper, deren Strahlen nur um zehn Grade von der Sehaxe abweichen, schon verwaschen, die weiter abweichenden kaum mehr gesehen werden. Die meisten Menschen haben sich so vollkommen daran gewöhnt, nur die deutlichen, in den gelben Fleck fallenden Bilder aufzufassen, die übrigen schwächeren aber unbeachtet zu lassen, daß der Raum ihres directen deutlichen Sehens nur ein äußerst kleiner ist. Ebenso aber, wie man sich durch Aufmerksamkeit und festen Willen daran gewöhnen kann, viele Erscheinungen zu sehen, welche der gewöhnlichen Auffassung entgehen, kann man sich auch daran gewöhnen, diese verwaschenen und undeutlichen Bilder, welche außerhalb des gelben Fleckes und der unmittelbaren Umgebung der Augenaxe fallen, mit größerer Bestimmtheit aufzufassen. Man wird diese Fähigkeit z. B. bei Schulmeistern, die eine zahlreiche Klasse böser Jungen zu beobachten haben, in ausgezeichneter Vollkommenheit entwickelt finden.

Es giebt eine Stelle in der Netzhaut, die zwar innerhalb der Grenze der verwaschenen Bilder liegt, welche aber dennoch vollkommen unempfindlich für die Lichtstrahlen ist. Der alte

Physiker Mariotte, dem wir die Bestimmung des Gesetzes vom Luftdrucke und dessen Abnahme nach oben verdanken, hatte schon durch Versuche diese Stelle ermittelt. Um sich von der Thatsache zu überzeugen, bedarf es nur zweier Punkte, die man auf einen weißen Bogen in einer horizontalen Entfernung von zwei bis drei Zollen aufträgt. Man fixire von den drei hier in einer horizontalen Linie angebrachten Punkten den Punkt a

mit dem rechten Auge, während man das linke schließt, so wird man bald nach einigem Suchen und Verändern der Kopfstellung, nach einigem Nähern und Entfernen die richtige Distanz finden, in welcher man den Punkt c nicht mehr sieht. Bei normalsichtigen Menschen wird dies Verschwinden des Punktes c etwa in einer Entfernung von 8 Zollen und besonders dann eintreten, wenn sie etwas links über den Punkt a fixiren. Rückt man nun das Papier näher, so wird der Punkt c wieder sichtbar, während dagegen der Punkt b vollkommen verschwindet. Genauere Bestimmung lehrt nun, daß der von dem verschwindenden Punkte ausgehende Lichtstrahl mit der Sehaxe einen Winkel von 13—17 Graden machen muß, wenn er nicht empfunden werden soll, und daß die Verlängerung des nicht empfundenen Lichtstrahles genau auf die Eintrittsstelle des Sehnerven fällt. Diese Stelle befindet sich etwa 1,8 Pariser Linien von der Sehaxe nach innen, und die ganze blinde Stelle hat im Auge selbst nicht ganz den Durchmesser einer Pariser Linie und eine rundliche Gestalt. Ueberträgt man dies nach Außen, so findet man, daß die absolut dunkle Stelle in unserem Sehfelde etwa sechs Grade, d. h. einen Platz einnimmt, auf dem etwa eilf einander berührende Vollmonde Raum haben würden. Wie ist es möglich, wird der Leser fragen, daß ein dunkler Fleck von solcher Größe bei unserem gewöhnlichen Sehen gänzlich unserer Auffassung entgeht, während er doch, wenn wir den Himmel betrachten, uns als ein rundliches Loch in dem blauen Gewölbe erscheinen müßte? — Drei verschiedene Umstände verhindern diese Auffassung des unempfind-

lichen, blinden Fleckes im Sehfelde. Wir ſind gewöhnt, die verſchwommenen, außerhalb der Sehaxe liegenden Bilder nur dann aufzufaſſen, wenn ſie etwas Außerordentliches darbieten, eine auffallende Lichtſtärke, eine ſchnelle Bewegung, eine ungewöhnliche Form. Alle dieſe Charactere fehlen dem blinden Flecken — das Fehlen der Objecte in dieſem Raume, von deren Daſein wir uns durch eine veränderte Augenſtellung überzeugen, wird von uns unſerem Mangel an Aufmerkſamkeit zugeſchrieben. — Beim Sehen mit beiden Augen fallen die Lichtſtrahlen, welche in dem einen Auge den blinden Fleck treffen, im andern auf eine empfindliche identiſche Stelle und werden, wie wir im Folgenden ſehen werden, deshalb bei der Combination beider Augenbildchen zu einer Empfindung als von beiden Augen geſehen aufgefaßt. — Endlich aber ergänzt unſer Bewußtſein die an der blinden Stelle fehlende Empfindung durch die Empfindung der Nachbartheile — es überzieht den blinden Fleck mit den benachbarten Bildern. Deshalb erſcheint uns das Loch im Himmel nicht ſchwarz — unſer Bewußtſein ſtreicht ihn mit der umgebenden blauen Himmelsfarbe an. Macht man einen ſchwarzen Fleck, ſo groß als der blinde Fleck nach Außen übertragen ſein würde, auf ein weißes Papier, ſo erſcheint der Fleck weiß — zieht man eine Linie, die dem blinden Fleck entſprechend unterbrochen iſt, ſo erſcheint uns die Linie als ununterbrochen, weil das Bewußtſein ihre Fortſetzung über die unempfindliche Stelle hinaus ergänzt. Wir ſehen, wie einer der bewährteſten Forſcher ſich ausdrückt, den Zuſammenhang der Dinge, welche in die nicht ſichtbare Region des Sehfeldes hineinragen, überhaupt ſo, wie er am einfachſten und wahrſcheinlichſten iſt, und es iſt dies ein neuer Beweis zu der Erfahrung, daß Vorſtellungen, zu denen wir durch Schlüſſe, die wir aus unſeren Empfindungen ziehen, veranlaßt werden, ſo mit den Empfindungen ſelbſt verſchmelzen können, daß wir ſie nicht mehr zu unterſcheiden wiſſen und das wirklich zu empfinden glauben, was wir uns nur vorſtellen.

Wir haben in dem Vorhergehenden das Sehen in einer Weiſe abgehandelt, als wenn es ſich nur auf ein einziges Auge

bezöge; zwei Augen zu beſitzen iſt indeß durchaus kein Luxus, und die Natur hat Vorrichtungen getroffen, welche dahin zielen, dieſe beiden Inſtrumente in ſteter Uebereinſtimmung zu erhalten. Wir beſitzen zwei Augen und ſehen dennoch nur einfach; es fragt ſich: wie es komme, daß die beiden, auf unſeren Netzhäuten entworfenen Bilder nur als ein einziges aufgefaßt werden? Man hat durch Verſuche gefunden, daß alle Bilder einfach empfunden werden, ſobald ſie in beiden Augen ſo auf den Netzhäuten ſich darſtellen, daß ſie in gleicher Entfernung von der Sehaxe auf entgegengeſetzte Seiten fallen. Ein Gegenſtand, deſſen Bild im linken Auge eine Linie weit nach außen von dem Ende der Sehaxe (dem gelben Flecken) ſich entwirft, wird nur dann einfach geſehen, wenn ſein Bild in dem rechten Auge eine Linie weit nach innen ſich ſpiegelt. Man nennt dieſe Punkte die identiſchen Punkte der Netzhaut, und alle diejenigen Punkte der beiden Netzhäute ſind identiſch, die einander decken würden, wenn man die Augen beider Seiten nach der Mittellinie hin übereinander ſchieben würde. Die innere Seite des einen Auges würde dann die äußere decken, während die beiden Axen dieſelben ſein würden.

Bei dem gewöhnlichen Sehen richten wir indeß ſtets unſere Augen ſo, daß ihre Axen in demjenigen Punkt convergiren, welchen man genauer fixiren will, und es läßt ſich leicht durch den einfachſten Verſuch beweiſen, daß dieſe Convergenz der beiden Augenaxen wirklich bei dem Fixiren irgend eines Gegenſtandes eintritt. Heftet man den Blick auf das Kreuz eines Fenſters, hinter welchem in der Ferne ein Thurm ſteht, ſo erſcheint das Kreuz einfach, der Thurm doppelt, und hält man nun noch den Finger in einiger Entfernung gerade vor die Naſe, ſo erſcheint auch dieſer doppelt. Schließt man nun das rechte Auge, ſo verſchwindet das Doppelbild des Fingers auf der linken Seite und das Doppelbild des Thurmes auf der rechten Seite, ein Beweis, daß eine wirkliche Kreuzung der Sehaxen ſtattfindet.

Die Convergenz der beiden Sehaxen wird uns gewöhnlich dadurch bewußt, daß wir die Entfernung eines Gegenſtandes nach ihr abſchätzen. Je näher ein Punkt unſeren Augen liegt,

deſto ſtärker müſſen wir die Augenaxen gegen einander richten, um ſie auf dieſem Punkte ſich ſchneiden zu laſſen. Je entfernter der Punkt, deſto mehr wird die Richtung der Augenaxen dem Parallelismus ſich nähern. Außer der Abſtraction, die wir von der Kenntniß der Größe der Gegenſtände und ihrer Abnahme unter einem gewiſſen Geſichtswinkel entnehmen, iſt ſicherlich dieſe gewiſſermaßen bewußte Auffaſſung der Convergenz der Augenaxen eines der weſentlichſten Mittel zur Beurtheilung der Entfernung der Gegenſtände. Wir ſind in der That weit unſicherer in dieſer Schätzung, wenn wir nur mit einem Auge einen unbekannten Körper ſehen; — da es uns aber gelingt, auch hier ein richtiges Urtheil uns zu bilden, ſo muß dieſe Schätzung noch von weiteren Umſtänden abhängen. Schon oben erwähnten wir, daß bei bekannten Körpern uns die Größe des Sehwinkels, unter welchem wir den Körper ſehen, den Maßſtab zur Schätzung der Entfernung abgiebt. Außer dem aber haben wir gewiß eben ſo, wie von der Convergenz der Augenaxen, ſo auch von der Ausübung des Accommodationsvermögens im Auge eine bewußte Vorſtellung, die ſich als Auffaſſung der Entfernung ausprägt. Endlich helfen wir uns noch durch Beobachtung der Lichtſtärke und der Farbe, die freilich äußerſt trügeriſch ſind, bei bekannten Gegenſtänden aber einen ziemlichen Grad von Sicherheit erreicht. Stärker leuchtende Gegenſtände erſcheinen uns näher, ſchwächer leuchtende entfernter. Wird das Medium, durch welches wir bekannte Gegenſtände ſehen, undurchſichtiger, ſo erſcheinen uns dieſe ferner. Jedermann weiß aus täglicher Erfahrung, daß nahe Gegenſtände beim Nebel in ſcheinbar weit größerer Entfernung ſich zeigen. Die Anwohner von Bergketten benutzen die Durchſichtigkeit der Luft als Barometer. „Die Berge ſcheinen nahe, es wird bald Regen geben“, hört man oft in Bern oder ähnlichen Orten auf die Frage nach dem Wetter antworten.

Ein ähnliches Zuſammenwirken verſchiedener Reflexionen findet bei der Beurtheilung der Körperlichkeit eines Gegenſtandes ſtatt. Gewöhnlich folgt dieſe daraus, daß man zur Auffaſſung der verſchiedenen Flächen auch verſchiedener Einſtellungen der

beiden Augen bedarf und die abweichenden Bilder zu einem Ganzen combinirt. Betrachtet man mit dem linken Auge allein einen Körper, so sieht man etwas mehr von seiner linken Fläche; betrachtet man ihn mit dem rechten, so sieht man etwas mehr von der rechten Fläche — das Zusammenfallen beider Bilder bedingt den Eindruck der Körperlichkeit, des Reliefs. Hierauf beruht die Einrichtung der sogenannten Stereoskope, in welchen man vor jedes Auge das gesonderte Bild eines Körpers bringt, das perspectivisch für dieses Auge entworfen ist, und wo dann durch das Zusammenfallen der beiden Bilder diese als ein einziger körperlicher Gegenstand aufgefaßt werden. Sieht man z. B. einen Kegel, dessen Spitze beim Anblicken mit beiden Augen gerade auf uns zu gerichtet scheint, bei unverrückter Kopfstellung nur mit einem Auge an, so erscheint uns seine Spitze nach innen gegen die Nase gerichtet; entwirft man sich nun zwei perspectivische Bilder dieses Kegels für beide Augen, so wird in dem für das linke Auge berechneten Bilde die Spitze nach rechts, in dem für das rechte Auge gezeichneten nach links gerichtet erscheinen; — bringt man nun diese Bilder in der richtigen Sehweite in einem Kasten z. B. an, wo durch eine mittlere Scheidewand jedes Auge das ihm zugehörige Bild abgesondert sieht, so werden beide Bilder gemeinschaftlich als ein körperliches aufgefaßt. Die jetzt allgemein als Spielzeuge verbreiteten Stereoskope sind aus zwei halben Sammellinsen gemacht, welche schon zur Uebereinanderschiebung der Bilder wirken. Die zu den Stereoskopen gefertigten Zeichnungen, Bilder und Photographieen sind nun in der Art aufgenommen, daß das eine Bild vom Standpunkte des linken, das andere von demjenigen des rechten Auges aus aufgefaßt ist. Der Eindruck des Körperlichen kann aber auch beim Sehen mit nur einem Auge durch eine Reihenfolge schneller Blicke erzeugt werden, welche die verschiedenen Flächen auffassen und die gesonderten Eindrücke als ein Ganzes erscheinen lassen. Endlich erscheint aber auch der Eindruck des Körperlichen bei der unmeßbar kurzen Beleuchtung durch den electrischen Funken, den

Blitz, bei welcher eine Wiederholung mehrerer Blicke nicht ſtattfinden kann.

Die Kreislinie hat die Eigenſchaft, daß alle möglichen Dreiecke, welche eine gemeinſchaftliche Sehne des Kreiſes zur Baſis haben und deren Spitze in der Peripherie liegt, auch gleiche Winkel an der Peripherie haben. Bei der Einſtellung beider Sehaxen auf einen gewiſſen Punkt aber bilden die beiden Sehaxen die Schenkel eines Dreiecks, deſſen Baſis durch die Entfernung der Kreuzungspunkte beider Augen beſtimmt iſt und deſſen Spitze eben in dem Schneidepunkte der Sehaxen liegt. Nimmt man nun dieſe Entfernung der Kreuzungspunkte beider Augen als die Sehne eines Kreiſes, deſſen Peripherie noch ferner durch den Schneidepunkt der Sehaxen beſtimmt iſt, ſo müſſen alle Dreiecke, welche man innerhalb dieſes Kreiſes auf der gegebenen Sehne conſtruirt, an der Spitze gleiche Winkel haben, folglich ihre Schenkel unter gleichen Winkeln in die Augen einfallen und an identiſchen Netzhautſtellen gebrochen werden. Man nennt dieſen Kreis, welcher durch die Kreuzungspunkte beider Augen und den Schneidepunkt der Augenaxen gelegt iſt, den Horopter oder Sehkreis, und es geht aus dem angeführten geometriſchen Geſetze hervor, daß alle an der Peripherie des Horopter gelegenen Gegenſtände einfach geſehen werden, während die innerhalb ſowohl als außerhalb gelegenen Objecte Doppelbilder erzeugen, weil ihre Bilder auf differente Netzhautſtellen fallen. Sobald die Sehaxen einander in keinem Punkte ſchneiden, kann auch kein Horopter geometriſch conſtruirt und folglich kein einfaches Bild erzeugt werden; wir wiſſen in der That, daß beim Hinſtarren auf einen Gegenſtand, wo wir die Augenaxen allmählich parallel mit einander ſtellen, alle Gegenſtände doppelt geſehen werden.

Zu ſcharfem, deutlichem Einfachſehen mit beiden Augen gehört demnach nothwendig die vollkommene Beweglichkeit der beiden Augäpfel, wodurch die Sehaxen mit gleicher Leichtigkeit nach demſelben Punkte gerichtet werden können. Bei verſchiedener Schärfe beider Augen gewöhnt man ſich indeß ſehr leicht,

nur das beſſere Auge zu gebrauchen und das ſchwächere gar nicht auf den Gegenſtand einzuſtellen; hierauf, ſo wie auf manchen anderen krankhaften Verhältniſſen, beruht ſehr oft das Schielen. Es würde zu weit führen, hier auf die urſächlichen Bedingungen der abnormen Augenſtellungen, welche man unter dieſem Ausdrucke begreift, einzugehen; — es iſt leicht einzuſehen, welchen Nachtheil eine ſolche krankhafte Stellung der Augen, wobei beide Augenaxen nicht auf denſelben Punkt eingeſtellt ſind, auf den Sehproceß im Allgemeinen ausüben müſſen.

Jedes auf der Netzhaut erzeugte Bild bedarf einer gewiſſen Zeit, während welcher es empfunden wird; die Dauer, ſo kurz ſie auch ſein mag, läßt ſich durch mechaniſche Verrichtungen beſtimmen. Jeder weiß, daß eine glühende Kohle, die man mit großer Geſchwindigkeit im Kreiſe ſchwingt, nicht als runder Körper, ſondern als glühender Kreis erſcheint. Jedenfalls entſtehen eben ſo viele Netzhautbildchen bei dem Umſchwunge, als die Kohle Punkte im Raume berührt; die Kohle hat aber ihren Umſchwung vollendet und ein letztes Netzhautbildchen erzeugt, ehe die Empfindung des erſten noch verſchwunden iſt, und ſo erſcheint ſie als feuriger, zuſammenhängender Kreis. Eine Menge niedlicher Spielwerkzeuge beruhen auf dieſer Dauer des Netzhautbildchens. Man malt auf eine Scheibe, die man ſchnell drehen kann, z. B. einen Seiltänzer in zwölf verſchiedenen Stellungen. Auf dem erſten Bildchen ſteht er aufrecht, im zweiten erſcheint er etwas über dem Seile, im dritten höher, im vierten noch höher, und ſo fort bis zum letzten, ſo daß alle verſchiedenen Bilder die einzelnen, im Sprunge und Tanze auf dem Seile ausgeführten Bewegungen in rhythmiſcher Reihenfolge darſtellen. Dreht man nun ſchnell die Scheibe, ſo ſcheint der Seiltänzer in lebhafter Tanz- und Sprungbewegung, weil jedes neue Bildchen erſcheint, ehe der Eindruck des alten verſchwunden war, und ſo die Verſchmelzung der Bilder den Geſammteindruck der Bewegung hervorruft. Durch Beſtimmung der Drehungsgeſchwindigkeit ſolcher Apparate hat man berechnet, daß die Dauer eines Netzhautbildchens etwa 2—3 Tertien betrage, mithin jeder Ein-

druck, der sich innerhalb dieser Zeit wiederholt, als mit dem vorigen verschmolzen empfunden wird.

Unser Auge ist ein vollkommen achromatisches Werkzeug, d. h. es sieht die Gegenstände in den Farben, welche ihnen zugehören. Indeß kommen nicht selten Menschen vor, welche einzelne Farben nicht unterscheiden können und der bekannte Physiker Dalton namentlich war in diesem Falle. Das Grün eines Buchbaumes, welcher in frischem Blätterschmucke des Frühlinges prangte, schien ihm genau dieselbe Farbe, wie der rothe Uniformrock eines englischen Officiers. Meistens indeß findet sich diese Unmöglichkeit der Farbenunterscheidung nur bei schwächerem Grade der Färbung, und viele Menschen sind unfähig, solche Grade zu unterscheiden, ohne sich dessen bewußt zu werden. Einer meiner Freunde lernte seinen Fehler erst durch die Frage seiner Frau kennen, welcher er während einer Abwesenheit stets auf rosenrothem Papier geschrieben hatte. Er stand in dem festen Glauben, weißes Papier benutzt zu haben, während die Gattin die Wahl der Farbe als eine zarte symbolische Anspielung betrachtete. Am leichtesten werden die Nuancen des Gelb unterschieden, am schwierigsten die des Roth und des Grün, und bei dem Verwechseln der Farben, welches seltener vorkommt als die mangelhafte Auffassung des Grades und der Nuance, sind es ebenfalls Roth und seine Mischungen, welche am leichtesten der Auffassung entgehen. So giebt es viele Personen, die Ziegelroth, Rostbraun und Dunkelolivengrün nicht zu unterscheiden vermögen, andere Rosenroth, Lila, Violettgrau und Himmelblau, und bei genauerer Untersuchung findet man, daß im Durchschnitte der zehnte bis zwanzigste Mensch an diesem Fehler des mangelhaften Farbensehens leidet. Ich habe sogar merkwürdiger Weise unter meinen Bekannten Landschaftsmaler gefunden, die den Unterschied zwischen Grün und Roth nicht kannten, die Abstufungen dieser Farben nur nach den Nuancen des Grau beurtheilten, das sie wirklich sahen, und dennoch in ihren Bildern keine Verstöße gegen die Harmonie und Stimmung der Farbe machten.

Das Verhalten unſeres Auges zu den Farben der Körper hat zu den vielfältigſten Unterſuchungen Veranlaſſung gegeben, die großentheils nicht ohne Gefahr für das Auge ſelbſt ſind. Bekanntlich beſteht das weiße Licht aus einer Anzahl verſchiedener Strahlen, die durch das Prisma von einander getrennt und iſolirt aufgefaßt werden können. Die verſchieden gefärbten Strahlen dieſer Regenbogenfarben hängen von Wellenſchwingungen des Lichtäthers ab, die von verſchiedener Länge ſind. Der rothe Strahl hat die längſten, der violette die kürzeſten Wellen. Die einzelnen Nuancen werden durch Miſchungen dieſer Grundfarben hervorgebracht und die Zuſammenmiſchung aller giebt wieder das weiße ungefärbte Licht.

Man glaubte nun früher, daß die Miſchfarben, welche aus der Vermengung verſchiedener Farbeſtoffe entſtehen, demſelben Geſetze folgen, wie die Miſchung der gefärbten Lichtſtrahlen ſelber. Für den Maler exiſtiren nur drei Grundfarben : Gelb, Blau und Roth. Die Miſchung dieſer drei in verſchiedenem Verhältniß erzeugt alle Farben vom tiefſten Schwarz durch ſämmtliche Töne hindurch. Blau und Gelb bildet Grün; Grün mit Roth Braun u. ſ. w. Neuere Unterſuchungen haben aber gezeigt, daß die Miſchfarbe, welche wir bei dem Mengen zweier Farbeſtoffe erblicken, nicht von der Vermiſchung zweier verſchiedener Farbeſtrahlen abhängt, ſondern von der Durchlaſſung gefärbter Strahlen durch das Gemenge. Die Miſchung der Farbeſtrahlen des Prisma's, die man auch durch den ſogenannten Farbenkreiſel erzeugen kann (eine Scheibe, auf die man verſchiedene Farben aufträgt und die hernach in ſo ſchnellem Schwunge herumgedreht wird, daß die Eindrücke dieſer Farben ſich miſchen); dieſe Miſchung liefert das Reſultat, daß man fünf Grundfarben : Roth, Gelb, Grün, Blau, Violett, annehmen muß, und daß die Mengung dieſer Farbeſtrahlen ganz andere Töne giebt, als die Mengung der Farbeſtoffe. Jeder, der ſich ein bischen mit Malerei beſchäftigt hat, wird ſogleich ſehen, wie außerordentlich verſchieden die nachſtehenden Miſchungstabellen ſind :

Farben			Mischung prismatischer Farbenstrahlen		Mischung von Farbestoffen bei der Malerei.
Roth	und	Violett	giebt	Purpur	Purpur
„	„	Blau	„	Rosa	Violett
„	„	Grün	„	Mattgelb	Grau
„	„	Gelb	„	Orange	Orange
Grün	„	Blau	„	Blaugrün	Blaugrün
Gelb	„	Violett	„	Rosa	Grau
„	„	Blau	„	Weiß	Grün
„	„	Grün	„	Gelbgrün	Gelbgrün
Grün	„	Violett	„	Blaßblau	Grau
Blau	„	„	„	Indigoblau	Dunkelviolett.

Gelb und Blau giebt hier Weiß, bei Mischung der Farbestoffe dagegen Grün. Die Erklärung für diesen Unterschied beruht auf dem Durchlassen des Lichtes. Blaue Körper lassen grünes, violettes und blaues Licht durch; gelbe Körper dagegen sind für grünes, rothes und gelbes Licht durchgänglich. In dem gemischten Farbestoffe wird das rothe und gelbe Licht von den blauen Farbetheilchen, das blaue und violette dagegen von den gelben Farbetheilchen zurückgehalten, und nur die grünen Farbestrahlen gehen ungehindert durch beide. Man könnte also wohl sagen, daß bei der Mischung von Farbestrahlen eine directe positive Mischfarbe erzeugt wird, bei der Mischung von Farbestoffen dagegen eine indirecte negative, bedingt durch die Ausschließung der anders gefärbten Strahlen.

Von besonderer Wichtigkeit für die Beurtheilung der Farben ist nun die Nebeneinanderstellung derselben in der Art, daß verschieden gefärbte Lichtstrahlen gleichzeitig verschiedene Orte der Netzhaut berühren, wodurch Empfindungen und Auffassungen erzeugt werden, welche durchaus verschieden sind von denen, die jeder dieser Lichtstrahlen erzeugt haben würde, wenn er zu verschiedenen Zeiten die Netzhaut getroffen hätte. Der Laie, welcher dem Maler beim Beginnen eines Bildes zuschaut, begreift oft nicht, wie dieser einen Farbenton für einen bestimmten Gegenstand wählen könne, der mit seiner Auffassung der Farbe in directem Widerspruche steht. Erst wenn das Bild fertig und die

anderen Farben durch ihren Contraſt jenen Ton hervorgehoben haben, ſieht er, daß dieſer der richtige war. Zur Hervorbringung dieſer Wirkungen gehören indeß mancherlei, zum Theil noch unerforſchte Bedingungen. Das weiße Licht nimmt nur dann Nebenfarben oder ſogenannte Ergänzungsfarben an, wenn die Farbeſtrahlen ſelbſt noch mit weißem Lichte gemiſcht und das Weiß ebenfalls gedämpft iſt. Unter dieſen Bedingungen ſieht man folgende Ergänzungsfarben :

Weißes Licht erſcheint Grün, wenn gleichzeitig Roth auffällt
" " " Violett, " " Gelb "
" " " Blau, " " Orange "

und umgekehrt, es erſcheinen die weiß erleuchteten Stellen Roth, Gelb, Orange, wenn andere Orte deſſelben Auges gleichzeitig von Grün, Violett, Blau getroffen werden. Da aber bei unſeren Farbenmiſchungen niemals rein weißes Licht angewandt wird und wir ſtets nur verſchieden gefärbte Strahlen zuſammen auffaſſen, ſo verwickelt ſich die Unterſuchung weit mehr, und man kann im Allgemeinen nur den Satz aufſtellen : daß die ſchwächere Farbe, je näher ſie dem Weiß ſteht, um ſo mehr mit dem Ergänzungstone der ſtärkeren Farbe ſich miſcht, ſo daß alſo z. B. ein helles Roſa neben einem tiefen Roth eine grünlich-graue Tinte annimmt. Trotz vielfacher Unterſuchungen hängt hier noch Alles von gewiſſen practiſchen Regeln und von dem äſthetiſchen Farbenſinne nicht nur der Individuen, ſondern auch ganzer Volksſtämme ab, die in dieſer Beziehung mancherlei bemerkenswerthe Verſchiedenheiten bieten.

Der Eindruck, den eine lebhafte Farbe auf die Netzhaut macht, verliert ſich nach und nach durch eine Reihe von Nachbildern, die in beſtimmten, vielleicht nach den einzelnen Individuen verſchiedenen Farbenreihen abklingen, und die um ſo ſtärker ſind, je ſtärker und länger andauernd der Eindruck war. Zuerſt erſcheinen dieſe Nachbilder in den Ergänzungsfarben, ſpäter klingen ſie unmerklich ab, ſo daß man nur bei ſpeciell geſteigerter Aufmerkſamkeit ſie verfolgen kann. Betrachtet man einen hellrothen oder hellgelben Gegenſtand lange auf weißem Grunde,

bis das Auge ermüdet, und blickt man weg, ſo erſcheint das Ergänzungsbild in grüner oder blauer Farbe. Man hat dieſe Reaction der Netzhaut zu mancherlei Spielwerken benutzt, indem man namentlich Portraits mit den Ergänzungsfarben ſchreiend anmalt, das Geſicht grünlich, den Rock roth, u. ſ. w. Starrt man ſolche Bilder längere Zeit an und wirft dann den Blick gegen die Decke des Zimmers, ſo ſieht man das Nachbild des Portraits in ſeinen natürlichen Farben, welche die complementären der bizarren Färbung ſind.

Auf eine eigenthümliche Reihe von Erſcheinungen, die mehr oder minder faſt in jedem Auge vorkommen, verdient hier noch beſonders aufmerkſam gemacht zu werden. Es verſteht ſich wohl von ſelbſt, daß nicht nur von den äußeren Objecten, ſondern auch von den im Auge ſelbſt befindlichen Gegenſtänden Bilder auf der Netzhaut entworfen und empfunden werden, die freilich meiſt undeutlich und vage ſein müſſen, da die Gegenſtände nicht in gehöriger Sehweite liegen. Sind die verſchiedenen vor der Netzhaut gelegenen Theile, welche Lichtſtrahlen durchlaſſen können, vollkommen durchſichtig und waſſerklar, ſo können ſie keine Bilder entſtehen laſſen, während jeder trübe oder undurchſichtige Körper ſogleich muß wahrgenommen werden. Die meiſten Leute haben kleine Unvollkommenheiten in den durchſichtigen Medien des Auges, welche beim aufmerkſamen Schauen in den Himmel oder beim Spähen durch Mikroſkope und Fernröhre ſich ſtörend in die Sehaxen ſtellen, meiſt durch einen Ruck entfernt werden können, zuweilen aber ſelbſt ſehr läſtig für das Sehen werden. Es ſtellen ſich dieſe Körper in Geſtalt von Perlſchnüren, Roſenkränzen, geſchlängelten Fäden dar, die ſtets in derſelben Form wieder erſcheinen und beſonders bei Reizung und beginnender Ermüdung der Netzhäute ſehr deutlich in das Geſichtsfeld treten. Wohl alle Mikroſkopiker, deren Bekanntſchaft ich gemacht, beſaßen eine ſolche Figur, auf welche die Beſchäftigung aufmerkſam gemacht hat; ich ſelbſt beſitze eine ſolche in Form eines fliegenden Drachen, wie man deren als Spielwerk in die Höhe ſteigen läßt, und ich erinnere mich, ſchon in meiner früheſten Jugend auf dieſe Figur

aufmerkſam geworden zu ſein, die mich damals ſehr quälte, da ich ſie mit allerlei kindlichen Vorſtellungen über den Teufel in Zuſammenhang brachte.

Nicht zu verwechſeln mit ſolchen Figuren ſind die wirklichen *ſubjectiven Geſichtsphänomene*, welche von Reizungen und partiellen Lähmungen der Netzhäute und Sehnerven ausgehen. Der Sehnerve reagirt auf jeden Reiz durch Empfindung ſeines ſpecifiſchen Gebietes, durch Lichtempfindung; was für den Gefühlsnerven der Schmerz iſt, das iſt für den Sehnerven das Licht, und ſo wird es begreiflich, daß bei beginnenden Krankheiten der Sehnerven und der Netzhäute, bei großer Reizung derſelben allerlei ſonderbare Lichtphantome erſcheinen, glänzende Punkte, dunkle Stellen, ſogenannte fliegende Mücken, welche meiſt Vorläufer gänzlicher Lähmungen, des ſchwarzen Staares ſind. Schon Mancher, der kleine Trübungen auf der Hornhaut, in der Linſe, im Glaskörper beſaß, die ihn nur einigermaßen genirten, aber nicht ſehr im Sehen hinderten, hat ein gequältes Leben zugebracht, weil er die Bilder, die auf dieſe Weiſe erzeugt wurden, für fliegende Mücken und Vorboten des ſchwarzen Staares und völliger Blindheit anſah, während eine genauere Kenntniß der Geſetze des Sehens ihn leicht über dieſe Unvollkommenheit ſeiner Augen getröſtet haben würde.

Fünfzehnter Brief.

Die übrigen Sinne.

Wenn die Mechanik des Auges eben so klar und offen unserem wissenschaftlichen Streben vorliegt, als das Organ selbst an dem Kopfe sich zeigt, so theilt das Gehörorgan mit seiner tiefen, versteckten Lage auch die Verborgenheit seiner Functionen. Wir wissen, daß wir mit den Ohren hören; — auf welche Weise aber das Hören zu Stande komme, ist bei weitem noch nicht klar, und die vielfachsten Versuche zur Erklärung dieser wichtigen Function haben theils an der Unvollkommenheit der Akustik, theils auch an der Mangelhaftigkeit unserer anatomischen Kenntnisse unübersteigliche Hindernisse gefunden. Der größte und wichtigste Theil des Gehörorganes ist in starre Knochen eingeschlossen; tief verborgen wie es ist in der Basis des Schädels, entzieht es sich allen unmittelbaren Beobachtungen während des Lebens. Während wir die Bewegungen, die Veränderungen des inneren Auges, den Gang der Lichtstrahlen in demselben leicht im Leben oder in dem herausgenommenen Auge beobachten können, während unsere Instrumente überall Zugang finden, ist es bei dem Ohre unmöglich, durch Vivisectionen sich Auskunft über die Function der einzelnen Theile zu verschaffen, da die zu solchen Untersuchungen nothwendigen Eingriffe so bedeutend auf andere, wichtige Theile in der Umgebung einwirken, daß es unmöglich ist, reine Schlüsse aus den Resultaten zu ziehen.

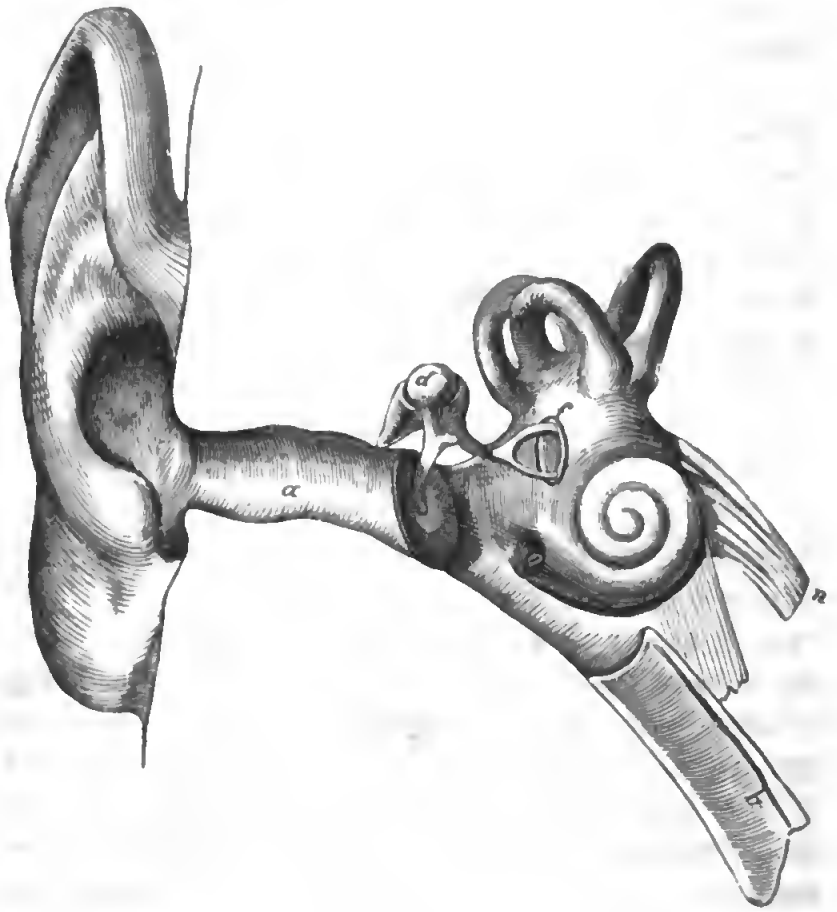


Fig. 53.

Die Gebilde des Gehörorgans in vergrößertem Maßſtabe. Das äußere Ohr führt in den Gehörgang a, der mit dem ſcheibenförmigen Trommelfelle endet. Die Paukenhöhle iſt aufgeſchnitten, um die in ihr enthaltenen Theile zu ſehen. Aus ihr führt die Euſtachiſche Trompete b in die Rachenhöhle. Die Gehörknöchelchen ſind in ihrer Lage. Auf dem Amboſe c iſt der Kopf des Hammers d eingelenkt, deſſen langer Stiel in das Trommelfell eingelaſſen iſt. Der Steigbügel f ſteht in dem eirunden Fenſter des Vorhofes, über welchem die drei halbzirkelförmigen Kanäle ſich erheben. Das runde Fenſter o führt in die Schnecke, hinter welcher der Hörnerve n zu dem Labyrinthe tritt. Die Proportionen zwiſchen äußerem und innerem Ohr ſind zu Gunſten des letzteren übertrieben.

Das äußere Ohr bildet einen eigenthümlich gewundenen, knorpeligen Halbtrichter, in deſſen Mitte ſich der Eingang einer

Röhre, des Gehörganges befindet, welche quer nach innen in den Kopf hineinführt. An seinem inneren Ende ist der Gehörgang vollkommen durch eine elastische, quergespannte Haut, das sogenannte Trommelfell, geschlossen. Eine rohe Nachbildung des ganzen äußeren Ohres, Ohrmuschel, Gehörgang und Trommelfell, würde also etwa in der Art auszuführen sein, daß man die Röhre eines gewöhnlichen Blechtrichters an seinem unteren Ende mit einem Stückchen Blase verbände. Offenbar ist das ganze äußere Ohr nur ein Zuleitungsapparat der Schallwellen. Man hat gefunden, daß der Winkel, unter welchem die Muschel vom Schädel absteht, ziemlichen Einfluß auf das Hören hat, daß platt anliegende Ohren nicht so scharf hören, als solche, welche etwa um 30 oder 40 Grad von den Schädelknochen abstehen. Verstopfung des äußeren Gehörganges durch fremde Körper, zu große Anhäufung des Ohrenschmalzes, Unreinlichkeit oder Entzündung zieht Verminderung des Hörens, oft selbst völlige Taubheit nach sich.

Das Trommelfell, welches nach Außen etwas convex, nach Innen concav ist, scheidet den äußeren Gehörgang von einer zweiten Höhle, der Paukenhöhle ab, welche im Ganzen betrachtet ähnliche Verhältnisse darbietet, wie der äußere Gehörgang. Es ist ein im Knochen ausgehöhlter, rundlicher Raum, der durch eine ziemlich lange Röhre, die Eustachische Trompete genannt, sich in dem oberen Theile der Rachenhöhle, hinter den Nasenöffnungen, am hinteren Gaumen öffnet. Führt man eine eigenthümlich gekrümmte Sonde in ein Nasenloch ein und horizontal weiter, bis man hinten an der Wölbung des Rachens anstößt, so trifft man leicht bei einiger Uebung in die offene Mündung der Eustachischen Trompete, deren enger Kanal schief nach außen und oben in die Paukenhöhle oder Trommelhöhle einführt. Diese ist demnach kein durchaus geschlossener Raum, sondern mittelbar, durch Mund und Nase, mit der äußeren Luft in Verbindung gesetzt. Verstopfungen der Trompeten durch Entzündungen und andere krankhafte Veränderungen erscheinen von wesentlichem Einflusse auf das Gehör, welches dadurch dumpfer

und ſchwächer wird; in welcher beſtimmten Beziehung ſie aber zu den Functionen des Hörens ſtehen, iſt noch nicht hinlänglich aufgeklärt. Es ſcheint indeſſen, als ſeien die Euſtachiſchen Trompeten beſonders weſentlich als Reſonanzapparate und anderntheils als Auswege für die in der Trommelhöhle befindliche Luft bei ſtarken Erſchütterungen des Trommelfelles. Bei ſtarken Tönen und Klängen, dem Abfeuern einer Kanone z. B., öffnen wir unwillkürlich den Mund; ſicher in der Abſicht, um der heftigen einſeitigen Erſchütterung, welche das Trommelfell bei alleinigem Offenſein des äußeren Gehörganges erleiden würde, durch Eröffnen eines von entgegengeſetzter Seite herzuführenden Kanales entgegen zu wirken.

Mit der Trommelhöhle in offener Communication ſtehen einige in den umliegenden Knochen befindliche Zellen, die namentlich den Zitzenfortſatz des Schläfenbeines anfüllen. Im übrigen iſt die Trommelhöhle, mit Ausnahme der Euſtachiſchen Röhre, vollkommen geſchloſſen und unabhängig von den übrigen Theilen des Gehörorganes. So wie ſie von dem äußeren Gehörgange durch eine ſtraffe Haut, das Trommelfell, geſchieden iſt, ſo finden ſich dem Trommelfelle gegenüber, im Hintergrunde der Höhle, zwei andere, ebenfalls nur durch ſehnige Häute geſchloſſene Oeffnungen, deren eine, von eiförmiger Geſtalt und deshalb das ovale Fenſter genannt, in einen bedeutenden Theil des inneren Ohres, den Vorhof führt, während die andere kleinere Oeffnung, oder das runde Fenſter, zur ſogenannten Schnecke hinleitet.

Eine merkwürdige Kette kleiner Knöchelchen, der Gehörknöchelchen, iſt zwiſchen dem Trommelfelle einerſeits und dem ovalen Fenſter anderſeits durch die ganze Länge der Trommelhöhle durchgeſpannt. Das vorderſte dieſer Knöchelchen, der Hammer, ſteckt mit ſeinem Stiele mitten in der Membran des Trommelfelles, ſo daß dieſes nicht im Mindeſten erſchüttert werden kann, ohne daß der Hammer ebenfalls in Schwingung geriethe; mit ſeinem hinteren Ende, dem dickeren Kopfe, iſt der Hammer an ein zweites, kleineres Knöchelchen eingelenkt, welches

der Ambos heißt und etwa die Form eines Backenzahnes mit weit auseinander ſtehenden Wurzeln hat. Die eine dieſer Wurzeln liegt horizontal, an ihrem Ende befindet ſich ein kleines loſes Knöpfchen, das Linſenknöchelchen, welches zwiſchen den Ambos und den Kopf des letzten Knochens, des Steigbügels, eingeſchoben iſt. Der letzte Name iſt gewiß der glücklichſt gewählte von allen Bezeichnungen der Ohrknöchelchen; der Steigbügel hat in der That durchaus die Form, wie ſie in Europa gebräuchlich iſt. Der Knopf des Steigbügels iſt mit dem Linſenknöchelchen und durch dieſes mit dem Ambos eingelenkt; der Tritt, worauf der Fuß zu ſtehen kommen würde, iſt ebenſo in die Membran des eirunden Fenſters eingewoben, wie der Hammerſtiel in dem Trommelfelle ſitzt. Es iſt mithin quer durch die Trommelhöhle eine Reihe von beweglich in einander eingelenkten Knöchelchen ausgeſpannt, mittelſt welcher eine directe Verbindung des Trommelfelles und des ovalen Fenſters hergeſtellt iſt; eine Verbindung, welche, wie wir ſpäter ſehen werden, von der höchſten Wichtigkeit für das Hören ſelbſt iſt. Verſchiedene kleine Muskelchen gehen von den Knochenwänden der Paukenhöhle an dieſe beweglichen Knöchelchen, beſonders an Hammer und Steigbügel heran, und können ohne Zweifel durch ihre Zuſammenziehung die verſchiedenen Häute ſpannen, mit welchen die Knöchelchen in Verbindung ſtehen.

Das innere Ohr endlich oder das Labyrinth bildet eine nach allen Seiten hin vollkommen geſchloſſene Höhle, die von den härteſten Knochen des Kopfes, den Felſenbeinen, eingeſchloſſen iſt und mancherlei ſeltſam gewundene Kanäle darbietet. Höhle und Kanäle ſind von ſchleimigen Häuten ausgekleidet, welche geſchloſſene Säcke bilden und mit Flüſſigkeit erfüllt ſind. Als einzelne Theile unterſcheidet man daran den Vorhof, eine längliche Höhle, in welche alle übrigen Theile des inneren Gehörorganes einmünden, drei Kanäle in Kreisform, die halbzirkelförmigen Kanäle, welche wie gekrümmte Röhren mit ihren beiden Enden in den Vorhof einmünden, und endlich ein ſonderbar gewundenes Organ, die Schnecke, die vollkommen einer aufgewundenen

Schneckenſchale gleicht, in deren Innerem noch ein Blatt liegt, welches die gewundene Höhle in zwei Abtheilungen theilt. Ein weiteres Eingehen auf die feinere Structur aller dieſer Theile und beſonders der höchſt complicirt gebauten Schnecke würde hier um ſo weniger am Platze ſein, als die Beziehung der einzelnen Theile zu dem Gehör ſelbſt durchaus noch nicht erörtert werden konnte.

Das Verhalten der Gehörorgane in der Thierreihe kann ſchon gewiſſermaßen einen Maßſtab für die verhältnißmäßige Wichtigkeit der einzelnen Theile deſſelben abgeben. Zuerſt verſchwindet die Ohrmuſchel, dann der Gehörgang, ſo daß das Trommelfell nackt und frei auf der äußeren Haut liegt. Bei den Waſſerſäugethieren und den Vögeln fehlt ſchon das äußere Ohr. Dann verſchwindet in der Reihe der Reptilien und Amphibien das mittlere Ohr nach und nach, Paukenhöhle und Euſtachiſche Trompete und Gehörknöchelchen, und man muß bei den Fiſchen das innere Gehörorgan tief in den Kopfknochen verſteckt aufſuchen. Die Verkümmerung und Abnahme der Schnecke hält mit derjenigen der Paukenhöhle gleichen Schritt, zuletzt nehmen die halbzirkelförmigen Kanäle einer nach dem andern ab und verſchwinden, bis von dem ganzen Gehörorgan nur noch ein einfaches Bläschen, der reducirte Vorhof, übrig bleibt, zu welchem der Hörnerve tritt.

So wie am Auge durch die verſchiedenen brechenden Medien deſſelben, Hornhaut, Linſe und Glaskörper, ein Zuleitungsapparat hergeſtellt iſt, durch welchen die Lichtſtrahlen erſt dem eigentlich empfindenden Apparate, der Netzhaut, zugeleitet werden, ſo ſind auch in dem Gehörorgane äußeres Ohr und Paukenhöhle nur Leitungs- und Verſtärkungsapparate der Schallwellen, welche dem Hörnerven zugeführt und von dieſem empfunden werden. Es können im Gehörorgan demnach nur diejenigen Theile wirklich ſchallempfindend ſein, auf welchen der Hörnerve ſich verzweigt, nämlich die innerſte Membran des Vorhofes und das Spiralblatt, welches in der Schnecke ſich befindet. Die Bogengänge des Labyrinthes erhalten durchaus keine Nervenfaſern; dieſe gehen

nicht weiter als an die blasenartigen Enden, womit die Bogengänge am Vorhofe beginnen und welche man Ampullen nennt. Weiter erstrecken sich die Nerven nicht; die Röhren der halbzirkelförmigen Kanäle sind demnach keine schallempfindenden Organe, sondern eines andern, bis jetzt durchaus unbekannten Zweckes wegen vorhanden.

Die angestellten Untersuchungen haben seither nur wenige Resultate über die Endigungen der Nervenfasern des Hörnerven im Inneren des Gehörorganes bei Rochen ergeben; doch deuten

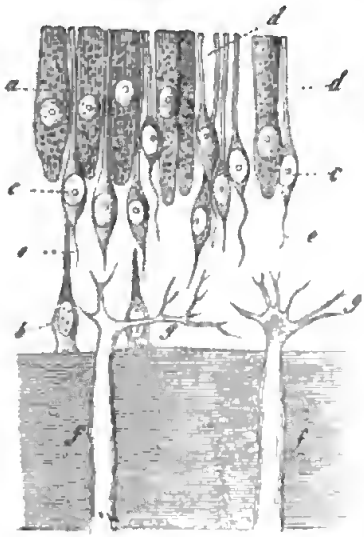


Fig. 54.

Präparation von der Scheidewand einer Ampulle des Keulen-Rochen (Raja clavata). a. Auf der Innenfläche aufsitzende Cylinderzellen mit Kernen. b. Auf der knorpeligen Grundlage aufsitzende Grundzellen, die in Fäden auslaufen. c. Kernzellen der Hörstäbchen d, welche zwischen den Cylinderzellen stecken und nach unten in den Faden e auslaufen. f. Zwei durch den Knorpel hindurchtretende Fasern des Hörnerven, die sich bei g baumartig verästeln und deren Ausläufer wahrscheinlich mit den Fäden e der Hörstäbchen zusammen verschmelzen.

diese Resultate darauf hin, daß hier ähnliche Verhältnisse herrschen, wie in der Netzhaut des Auges. Die Rochen, wie die meisten übrigen Fische, besitzen nämlich in den Ampullen eine Art unvollständiger Scheidewand, auf welcher die Nervenenden sich finden. Einfache Cylinderzellen bilden einen Ueberzug dieser Scheidewand; zwischen ihnen aber finden sich Stäbchen, welche an ihrem inneren Ende Zellen tragen, die in feine Fäden ausgehen, zuweilen wohl auch noch mit einer zweiten Grundzelle in Verbindung stehen und endlich mit den höchst feinen Ausläufern der plötzlich sich verzweigenden Nervenfasern zu verschmelzen scheinen. Die specifisch empfindenden Organe scheinen demnach auch hier eigenthümliche, mit Zellen in Verbindung stehende Stäb-

chen zu ſein, ähnlich den Stäbchen und Zapfen der Netzhaut, ähnlich den Stäbchen, die ſich auch in der Riechgegend der Naſenſchleimhaut wiederfinden.

Ein elaſtiſcher Körper, welcher von einem anderen geſtoßen wird, geräth in wellenartige Schwingungen, welche von unſerem Gehörorgane als Schall aufgefaßt werden. Jeder einfache Stoß erzeugt eine einfache Welle und ſomit auch nur eine einfache Schallempfindung; werden die Stöße und die dadurch erzeugten Wellen häufiger, ſo entſteht das Geräuſch und endlich, wenn die Stöße ſo häufig werden, daß das Gehörorgan ſie nicht mehr in ſeinen Einzelheiten unterſcheiden kann, ſo entſteht der Ton, der mithin ſtets das Reſultat einer beſtimmten Anzahl von Wellenbewegungen eines durch Stöße in ſchwingende Bewegung verſetzten Körpers iſt. Je mehr Schwingungen der Körper in einer beſtimmten Zeit macht, deſto höher iſt der Ton, welchen er hervorbringt. Unſer Gehörorgan hat gewiſſe Grenzen, unterhalb und oberhalb welcher es den Ton nicht mehr vernimmt; der tiefſte wahrnehmbare Ton beträgt etwa 14 bis 16 Schwingungen in der Secunde, und bei dieſer Zahl ſchon gleicht er mehr einem brummenden Geräuſch, als einem wahren Tone. Der höchſte Ton, welchen unſer Gehörorgan aufzufaſſen vermag, wird wohl an 70,000 Schwingungen in der Secunde erreichen. Es mag wohl keinem Zweifel unterliegen, daß noch höhere Töne exiſtiren, deren Auffaſſung unſerem Ohr unmöglich iſt, und viele Erſcheinungen laſſen darauf ſchließen, daß die Ohren mancher Thiere gerade auf ſolche feinere Töne eingerichtet ſind. Schon bei den einzelnen Menſchen zeigen ſich deutliche Verſchiedenheiten, ſelbſt wenn ſonſt ihr Gehör ſo ziemlich an Schärfe gleich iſt, und während der Eine noch einen ſehr hohen Ton hört, entgeht dieſer dem Andern durchaus. Der Schrei der Fledermaus ſteht faſt an der Grenze des menſchlichen Auffaſſungsvermögens und gar Viele haben ihn nie gehört; — es iſt wohl nicht wahrſcheinlich, daß die Natur einem Geſchöpfe einen Lockton gegeben habe, der an der Grenze des Auffaſſungsvermögens überhaupt ſteht.

Die Schallwellen, welche ein ſchwingender Körper erzeugt, theilen ſich allen Körpern in ſeiner Umgebung mit, allein nicht überall in gleichem Grade. Schwingungen feſter Körper theilen ſich am leichteſten wieder feſten Körpern mit, in welchen auch die Schallwellen am Vollſtändigſten fortgeleitet werden; Uebertragung von Tonſchwingungen feſter Körper auf flüſſige geſchieht ſchon ſchwerer, und am Unvollſtändigſten findet ſie von feſten auf luftförmige Körper ſtatt. Ein gleiches Verhältniß findet ſich, wenn die Uebertragung in umgekehrter Reihe geſchehen ſoll. Atmoſphäriſche Luft, in Schwingungen verſetzt, theilt dieſelbe nur ſehr ſchwer flüſſigen und feſten Körpern mit, während in Flüſſigkeiten erzeugte Schwingungen ſich ſehr ſtark auf feſte Körper übertragen. Die Mittheilungsfähigkeit wird indeſſen bedeutend erhöht, ſobald geſpannte, elaſtiſche Membranen und nicht durchaus ſolide Körper die Vermittler bilden. So theilen ſich die Schallwellen der Luft dem Waſſer ſehr leicht mit, wenn ſie erſt durch eine geſpannte Haut aufgefaßt werden; ebenſo geſchieht die Mittheilung von der Luft aus an feſte Körper ſehr leicht und vollſtändig, wenn dieſe letzteren mit einer geſpannten Membran in Verbindung geſetzt werden.

Betrachtet man nun die Bildung des Gehörorganes im Vergleiche zu den angeführten Geſetzen der Leitung des Schalles, ſo erſcheint daſſelbe vorzüglich darauf berechnet, in ſeinem äußeren und mittleren Theile eine möglichſt vollſtändige Leitung der Schallwellen nach dem inneren Labyrinthe, dem eigentlich empfindenden Apparate, herzuſtellen. Die von der Ohrmuſchel aufgefaßten Tonſchwingungen der Luft werden durch ein Hörrohr, den Gehörgang, nach innen gegen eine ausgeſpannte elaſtiſche Membran, das Trommelfell, geleitet, welches offenbar den Zweck hat, die möglichſt vollſtändige Uebertragung der Schallwellen auf die aus feſten Körpern zuſammengeſetzte Kette der Gehörknöchelchen zu vermitteln. Dieſe ſetzen die Schallwellen nach innen bis zu dem ovalen Fenſter fort, einer zweiten geſpannten Membran, welche die Schallwellen mit großer Leichtigkeit der Labyrinth-

Flüſſigkeit mittheilt, durch welche dann endlich der Hörnerve afficirt wird.

Im Ganzen liegt die genauere Analyſe des Hörens noch ſehr im Argen, da namentlich die Akuſtik noch nicht weit genug vorgeſchritten iſt, um über eine Menge Fragen, welche Anatomie und Functionenlehre aufwerfen, Rechenſchaft geben zu können. Man hat ſich viel damit abgequält, zu unterſuchen, wie es zugehen könne, daß man mehrere Töne zugleich höre; welche Function einzelne Theile, wie Schnecke und Kanäle, haben — die Entſcheidung dieſer Fragen iſt jetzt noch unmöglich.

Die Naſenhöhle iſt bekanntlich der Sitz des Geruchſinnes, der indeſſen bei weitem nicht in ihrer ganzen Ausbreitung,

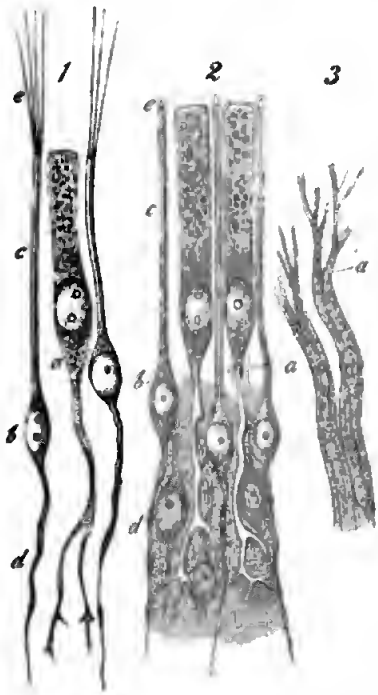


Fig. 55.

Mikroſkopiſche Elemente der Riechgegend. 1. Vom Froſche. a. Kernhaltige Cylinderzelle des Epitheliums, nach innen in einen veräſtelten Faden auslaufend. b. Zelle des Riechſtäbchens c, nach unten in den Faden d auslaufend und mit dem Büſchel langer Wimpern e verſehen. 2. Vom Menſchen. a. Die geſchwänzten Cylinderzellen, dazwiſchen die Stäbchen c mit dem Aufſatze e, der Zelle b und dem inneren Faden d. 3. Vom Hunde. Faſern des Riechnerven, in feine Aeſtchen zerfallend.

ſondern nur in dem oberen Theile der Naſenſcheidewand und den beiden oberen Muſcheln durch die Faſern des erſten Paares, des Geruchsnerven, vermittelt wird. Der untere Naſengang, durch welchen bei dem Athmen die Luft gewöhnlich ſtreicht, iſt eben ſo unempfindlich für die Geruchseindrücke, wie die mannichfaltigen Nebenhöhlen der Naſe, die zwiſchen den beiden Platten des Stirn-

beines hinter und über den Augenbrauen, ſowie in den Aushöhlungen des Wangenbeines und des Keilbeines an der Schädelbaſis gelegen ſind. Die ganze Ausbreitung der Naſenhöhle und dieſer Nebenhöhlen iſt mit der ſogenannten Schneider'ſchen Haut ausgekleidet, als deren weſentlichſtes Element ſich ein Flimmerüberzug zeigt, der in beſtändiger Bewegung einen fortdauernden Strom der Flüſſigkeiten auf der Schleimhaut unterhält. Die Zellen, auf welchen die ſchwingenden Wimpern ſtehen, ſind außerordentlich empfindlich gegen Reagentien aller Art, ſogar im Waſſer verändern ſie augenblicklich durch Aufquellen ihre Geſtalt. Eben ſo leicht löſen ſich dieſe Zellen los; man braucht nur mit einer Federſpule die Naſenſchleimhaut ein wenig zu kratzen, um dann im Schleime eine Menge losgelöſter, noch wirbelnder Zellen zu finden. Beim Schnupfen löſen ſie ſich in Haufen los, ſobald die Periode des ſtärkeren Ausfluſſes eingetreten iſt. Doch fehlen dieſe Wimpern den Zellen gerade an der zur Aufnahme der Gerüche beſtimmten beſchränkten Stelle an dem oberen Theile der Scheidewand und der Muſcheln, wo ſich die Faſern des Geruchsnerven verbreiten, welcher man den Namen der Riechgegend gegeben hat und die ſich durch eine gelbliche Färbung auszeichnet. Hier finden ſich lange cylindriſche wimperloſe Zellen, unten mit einem Kerne verſehen, von welchem ein Faden ausläuft, der mit ſeinen Veräſtelungen in der Schleimhaut ſich verliert. Zwiſchen dieſen Zellen ſtehen lange dünne Stäbchen, beim Menſchen mit einem kryſtallhellen Aufſatze, beim Froſche mit ungemein langen Wimperhaaren verſehen, deren tief nach unten gelegene Zellenkerne ebenfalls in knotige Faſern ausgehen, welche zuletzt mit den Ausläufern der Faſern des Riechnerven in Verbindung treten. Wir ſehen demnach hier, wie in den beiden übrigen ſpecifiſchen Sinnesorganen, denſelben Grundtypus der anatomiſchen Bildung, nämlich ſtäbchenartige Gebilde, welche die letzten Ausläufer der Nervenfaſer darſtellen und zur Aufnahme der ſpecifiſchen Sinnesempfindung beſtimmt ſind.

Die Schleimhaut der Naſe, die Schneider'ſche Haut, nimmt alſo nur Taſtempfindungen, keine Sinnesempfindungen auf.

Ein einfacher Verſuch beſtätigt dies Ergebniß. Man kann die Naſenhöhlen eines auf dem Rücken liegenden Menſchen, der den Kopf hintenüber hängen läßt, vollſtändig mit Waſſer füllen, ohne daß dieſes durch die hinteren Gaumenöffnungen abfließt, und ohne daß dadurch eine Geruchsempfindung bedingt würde.

Nimmt man ſtatt reinen Waſſers ein riechendes Waſſer, z. B. ſolches, worin man einige Tropfen kölniſchen Waſſers geſchüttet hat, ſo hat der Menſch dennoch ſchon bei dem Eingießen nicht die mindeſte Geruchsempfindung. Die Riechſtoffe müſſen demnach, wenn ſie einen Eindruck erzeugen wollen, ſtets in luftförmigem Zuſtande der Riechgegend zugeführt werden, und nur ſolche Körper werden gerochen, welche eine gasförmige Ausdünſtung von ſich geben. Man hat Meſſungen angeſtellt, um die Grenzen der Empfindung einzelner ſtark riechender Körper zu beſtimmen, und iſt dabei zu wirklich erſtaunlichen Reſultaten für die Schärfe dieſes Sinnes gekommen. Ein Luftraum, der höchſtens ein Zehn-Milliontel ſeines Volumens von dem Dampfe des Roſenöles enthält, riecht noch ſehr deutlich, und eine Flüſſigkeit, die ein Zwei-Milliontel eines Milligrammes feinen Moſchus enthielt, ließ ebenfalls noch deutlich den Geruch erkennen. Mancherlei Nebenbedingungen unterſtützen aber die Empfindung. Dahin gehört namentlich die Bewegung des Luftſtromes, beſonders durch Schnüffeln, und die Erhaltung einer gewiſſen Temperatur. Wir halten den Athem an, wenn wir die Gerüche nicht empfinden wollen, und können auf dieſe Weiſe je durch Verſtärkung oder Verminderung des hin- und herziehenden Luftſtromes auch die Empfindung verſtärken oder vermindern.

Mit den eigentlichen Geruchsempfindungen, deren genauere Wirkung uns durchaus unbekannt iſt, darf man die feinen Taſtempfindungen nicht verwechſeln, welche in der Naſenſchleimhaut ihren Sitz haben und dort durch den Naſenaſt des fünften Nervenpaares vermittelt werden. Die eigenthümliche Empfindung, welche der Salmiakgeiſt z. B. erregt, iſt nicht eine Geruchsempfindung, ſondern ein Taſteindruck, bedingt durch das Anätzen der Naſenſchleimhaut. Viele Empfindungen mögen gewiſſer-

maßen aus beiden Eindrücken, aus Geruchs- und Taſtempfindung, andere aus Geſchmacks- und Geruchsempfindungen combinirt ſein.

Die Rolle, welche der Geruchſinn dem allgemeinen Befinden gegenüber ſpielt, iſt individuell außerordentlich verſchieden. Menſchen mit ſtumpfer Naſe tragen den Geruchsempfindungen meiſt gar keine Rechnung, während bei anderen dieſer Sinn vor allen anderen über Luſt und Unluſt, Behagen und Unbehagen entſcheidet. Verſchiedene Stimmungen des Centralnervenſyſtemes ändern weſentlich das Verhalten gegenüber verſchiedenen Geruchsempfindungen. Schon Mancher hat mit Erſtaunen wahrnehmen müſſen, daß Frauen, welche Blumen leidenſchaftlich liebten, dieſelben verabſcheuten, nachdem ſie hyſteriſch geworden waren und dagegen den Geruch des Teufelsdreckes oder gebrannter Federn allen anderen vorzogen.

Schon in einem früheren Briefe berührten wir die verſchiedenen Verhältniſſe, welche zur Geſchmacksempfindung mitwirken. Wir ſahen, daß die Zunge nicht allein der Verbreitungsort des eigentlichen Geſchmacksnerven, ſondern auch der Sitz eines höchſt feinen Taſtgefühles ſei, und daß dasjenige, was wir als Geſchmack bezeichnen, meiſtens eine Combination von Taſtempfindung und eigentlicher Geſchmacksempfindung ſei. Der wahre Geſchmack wird erſt in den hinteren Theilen der Mundhöhle, ſowohl an der Zunge, als auch an dem Gaumenbogen erzeugt, und eine weſentliche Mitbedingung für ſeine Empfindung ſcheint die Bewegung dieſer Theile zu ſein. Alle Geſchmacksempfindungen, die man durch einfaches Betupfen der unbeweglich gehaltenen Theile erzeugt, ſind durchaus unbeſtimmt, verwaſchen, oder ſelbſt ſo undeutlich, daß man ſich keine Rechenſchaft von ihnen geben kann. In demſelben Augenblicke aber, in welchem eine Schluckbewegung gemacht oder die Zunge im Munde herumgewälzt wird, tritt auch die Empfindung auf das Deutlichſte hervor. Jedenfalls beſitzt die Zungenwurzel nicht nur die größte Empfänglichkeit für Geſchmackseindrücke überhaupt, ſondern auch die feinſte Unterſcheidungsfähigkeit, weshalb denn auch z. B. Weintrinker, welche die feineren Geſchmäcke unterſcheiden wollen,

die Zungenwurzel mit dem Weine gurgeln, bevor sie ihn hinabschlucken. Die Feinheit des Geschmackes selbst ist außerordentlich verschieden, je nach den Individuen und nach den schmeckenden Körpern, die stets in wässeriger Lösung geboten werden müssen. Eine Flüssigkeit, die $^1/_{100}$ ihres Gewichtes Rohrzucker enthält, schmeckt nicht mehr süß. Die Grenze des Geschmackes für das Kochsalz findet sich etwa bei $^1/_{500}$, für wasserfreie Schwefelsäure und schwefelsaures Chinin etwa bei $^1/_{1000000}$. Bei allen solchen Messungen muß man indeß berücksichtigen, daß auch die absolute Menge einen Einfluß hat, und daß deshalb ein Tropfen einer solchen verdünnten Flüssigkeit weniger geeignet ist, eine Geschmacksempfindung hervorzurufen, als wenn man die ganze Mundhöhlung mit der Flüssigkeit füllt.

Wir müssen den Tastsinn, welcher übrigens in unserer ganzen Haut ausgebildet ist, wohl unterscheiden von dem allgemeinen Schmerzgefühl, welches jeder Empfindungsnerve erzeugt, und das auch zu Stande kommen kann, wenn das tastende Organ, die Haut, entfernt ist. Schon früher, als wir von den Eigenschaften der Nerven sprachen, machten wir darauf aufmerksam, daß die Verwundung oder Erregung eines empfindenden Nerven stets nur Schmerz erzeuge, der von dem Auffassungsvermögen an dem Orte der Nervenausbreitung selbst localisirt werde. Ebenso zeigten wir, daß im Centralorgane besondere Fasergruppen nur die Tastgefühle, nicht die Schmerzensempfindungen leiten. Weitere Vorstellungen, wie sie bei dem Tasten, dem Fühlen auf der äußeren Haut entstehen, sind mit den Schmerzempfindungen nicht verbunden, und es sind demnach diese Tastvorstellungen wesentlich an den Bau der äußeren Haut und die im Centralorgane befindlichen besonderen Fasern geknüpft. Ueber diesen aber streitet man noch theilweise hin und her. Wie schon früher bemerkt, finden sich an den feinfühlendsten Stellen, wie in der Innenfläche der Finger, eigenthümliche, Tastkörperchen genannte, rundliche Gebilde, die wie aus aufeinander liegenden Blättern aufgeschichtet aussehen und zu welchen die Nervenenden hintreten.

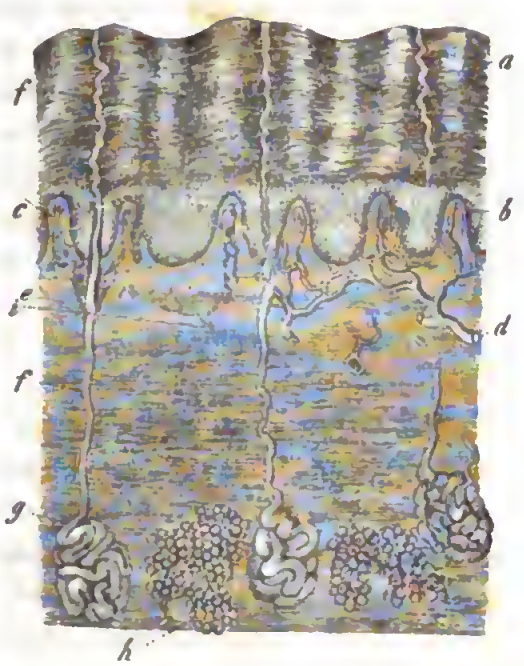


Fig. 56. Die Haut des Menſchen in ſenkrechtem Durchſchnitte. a. Aeußere verhornte Schicht der Oberhaut. b. Innere Schicht (Malpighi'ſches Schleimnetz). c. Hautwärzchen. d. Gefäße der Lederhaut. e, f. Ausführungsgänge der Schweißdrüſen g. h. Fettanhäufungen. i. Nerven.

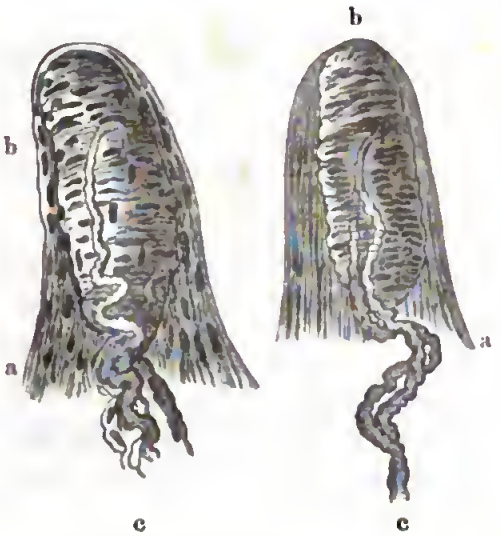


Fig. 57. Zwei Taſtwärzchen der Haut. a. Von der Lederhaut gebildete Schicht. b. Inneres Polſter von Bindegewebe. c. Eintretende Nerven.

Daß den Taſtkörperchen weder Taſtſinn noch Druckſinn allein zugeſchrieben werden kann, geht einfach aus dem Umſtande hervor, daß alle verſchiedenen, durch die Haut vermittelten Empfindungen auch an ſolchen Stellen ſich finden, wo keine Taſtkörperchen vorkommen — es ſcheint aber aus Verſuchen hervorzugehen, daß ſie namentlich den Druckſinn erhöhen und der ungünſtigen Dicke der Oberhaut entgegenwirken, indem ſie eine härtere Unterlage für die Nervenenden herſtellen, durch welche ein Druck, welcher anderwärts nicht empfunden werden würde, zur Auffaſſung gelangt.

Die Schärfe des Taſtſinnes iſt nicht nur bei den verſchiedenen Individuen, ſondern auch an den verſchiedenen Hauttheilen großen Ungleichheiten unterworfen. Wie ausgezeichnet fein die Blinden fühlen, wie genau ſie ſich durch Beachtung der geringfügigſten Eindrücke, welche ihre Haut treffen, von verſchiedenen Raumverhältniſſen Rechenſchaft geben können, welche wir durch unſer Geſicht zu ermeſſen gewohnt ſind, weiß Jedermann; der Taſtſinn, durch ſeine feine Ausbildung, erſetzt hier gewiſſermaßen den Geſichtsſinn, und der Blinde hat ſich gewöhnt, von ihm Vorſtellungen aufzunehmen, die uns nur durch den Geſichtsſinn vermittelt werden. Man hat indeſſen, ſo viel ich weiß, noch keine vergleichende Beobachtung über die abſolute Schärfe des Taſtſinnes bei Blinden gemacht, welche in der Art, wie die Unterſuchungen über die einzelnen Körpertheile, ein genaues Maß für den Taſtſinn derſelben abgäben. Es würden ſolche Unterſuchungen nicht unwichtig ſein für die Anſicht, welche man überhaupt ſich von dem Taſtſinne zu machen hat; es würde ſich dabei herausſtellen, ob die Sinne in materieller Hinſicht einer Verfeinerung fähig ſind, oder ob das feinere Taſtgefühl, welches wir bei den Blinden beobachten, nur eine Folge der Ausbildung des Vorſtellungsvermögens iſt, wodurch der Blinde die Eindrücke, die er empfängt, zu einem objectiven Anſchauungsbilde umwandelt. Wir Sehenden, wenn wir eine Münze bei geſchloſſenen Augen betaſten, fühlen vielleicht alle Vorſprünge der Buchſtaben, des geprägten Kopfes eben ſo gut als ein Blinder, allein wir vermögen nicht

die einzelnen Eindrücke zu einem Geſammtbilde zu vereinigen, wie der Blinde es thut.

Man hat die Schärfe des Taſtgefühles an verſchiedenen Theilen des Körpers in der Weiſe gemeſſen, daß man einen Zirkel aufſetzte, deſſen Spitzen mit kleinen Korkſtückchen maskirt waren. Man maß nun, wie weit man die Zirkelſpitzen auseinander ſetzen mußte, um ihre beiden Eindrücke als getrennte zu empfinden, und indem man dieſe Methode über den ganzen Körper ausdehnte, konnte man eine vergleichende Tabelle der Schärfe des Taſtgefühles unſerer Hautoberfläche aufſtellen, die indeß immer noch viel Willkürliches hat, da nicht nur die Werthe auf beiden Körperhälften verſchieden ausfallen, ſondern auch die Richtung des Aufſetzens der Zirkelſpitzen, ſo wie die Methode ſelbſt, manche Irrthümer herbeiführen können. So unterſcheidet man an den meiſten Theilen, beſonders den Extremitäten, die beiden Zirkelſpitzen weit leichter, wenn ſie in der Quere geſtellt werden, als wenn ſie in der Längenaxe des Gliedes die Haut berühren. Ebenſo iſt der Uebergang von dem Gefühle als einfacher Punkt zu der Unterſcheidung der beiden Zirkelſpitzen ein allmählicher; der Punkt ſcheint ſich bei Oeffnung der Spitzen auszudehnen, zu wachſen, eine elliptiſche Geſtalt anzunehmen, bis endlich die beiden Endpunkte der Axe der Ellipſe ſich trennen und als zwei ſelbſtſtändige Punkte gefühlt werden.

Die Zungenſpitze iſt der feinfühlendſte Theil des Körpers; man unterſcheidet noch die Zirkelſpitzen, wenn ihre Entfernung nur eine halbe Linie beträgt. Nach der Zungenſpitze folgen die inneren Flächen der letzten Fingerglieder, mit welchen wir gewöhnlich taſten und deren Schärfe im Mittel ſieben Zehntel einer Linie beträgt; die rothen Theile der Lippen, die inneren Flächen der zweiten und dritten Fingerglieder fühlen eine Entfernung von anderthalb Linien im Durchſchnitte; die Naſenſpitze, Seite und Rücken der Zunge, die äußeren Theile der Lippen ſchwanken zwiſchen 2—3 Linien, die Rückenfläche der Finger, die Wangen zeigen eine Verhältnißzahl von 4 Linien und etwas mehr. Weitere ungefähre Verhältnißzahlen ſind: Stirne 6 Linien. Scheitel $9^1/_2$ Linien.

Knieſcheibe 10 Linien. Fußrücken 12 Linien. Oberarm 14 Linien. Hinterbacke 13 Linien. Oberer Theil des Rückens in der Mittellinie 19 Linien. Rückenwirbelſäule in der Mitte 24 Linien. Man ſieht demnach, daß auf der Mitte des Rückens eine Unſicherheit von mehr als zwei Zollen für einen Eindruck exiſtiren muß, und wir wiſſen ſehr wohl aus eigener Erfahrung, daß dieſe wirklich exiſtirt. Auch auf den anderen Körpertheilen herrſcht eine je nach Verhältniß größere oder kleinere Unſicherheit in der Empfindung, und es liegt nur in dieſer Unſicherheit der Grund, daß wir einen Floh z. B., der uns ſticht, nicht unmittelbar fangen, ſondern meiſt daneben tappen, wenn wir ihn nicht ſehen, eben weil das punktgroße Geſchöpf der Unſicherheit in der Localiſation der Empfindung nicht entſpricht.

Durch den Druck, welchen ſchwerere Körper auf eine Stelle unſerer Haut ausüben, wird eine Empfindung erzeugt, deren Größe wir gewiſſermaßen abzuſchätzen vermögen, ſo daß man, wenn auch nicht ganz mit Recht, von einem Druckſinn der Haut reden kann. Ueberall, wo eine Taſtempfindung ſtattfinden ſoll, muß zwar ein gewiſſer, wenn auch je nach den Hautſtellen verſchiedener Druck angewendet werden, deſſen Wahrnehmung namentlich dann, wenn er ſehr ſchwach iſt, durch die Gegenwart der feineren Härchen auf der Haut begünſtigt wird, während andererſeits die Dicke der Oberhaut dieſer Wahrnehmung entgegenwirkt. Die Feinheit des Druckſinnes iſt indeſſen bei weitem nicht ſo bedeutend, als diejenige der Taſtgefühle, und deshalb der Unterſchied zwiſchen den einzelnen Körperſtellen auch bei weitem weniger bedeutend. Unterſchiede zwiſchen verſchiedenen Gewichten, die eine gleiche Grundfläche haben, werden bei ruhig gehaltenem Arme z. B. nur dann einigermaßen genauer gefühlt, wenn der Wechſel ſchnell vorgenommen wird. Iſt einmal einige Zeit verſtrichen, ſo darf man nicht erwarten, bei einem Zweipfundſteine z. B. einen Unterſchied von mehreren Lothen abſchätzen zu können. Die Beſtimmung des abſoluten Gewichtes von Körpern, die wir mit der Hand vornehmen, beruht weit weniger auf dieſem Druckſinne, als auf der Abſchätzung der Kraft, die wir zum Heben

einer Laſt nöthig haben. Auch dieſe Abſchätzung iſt durchaus ungenau, kann aber durch Uebung innerhalb gewiſſer Grenzen bis zu einer gewiſſen Vollkommenheit gebracht werden. Die Größe des Druckes wirkt weder auf die Wahrnehmung zweier gleichzeitiger Eindrücke auf unſere Haut, welche man als Raumſinn bezeichnet hat, noch auf die Beſtimmung der Lage eines empfindenden Punktes auf der Haut, die man den Ortsſinn genannt hat, noch auch auf die Wahrnehmung der Richtung von Bewegungen, welche auf unſere Haut ausgeführt werden.

Die Wärmeempfindung, deren die Haut fähig iſt, bezieht ſich beſonders auf die Schwankungen der äußeren Temperatur, nicht aber auf einen conſtanten Grad derſelben. Innerhalb der Grenzen von 10° C. bis zu 46° C. vermag die Haut noch Unterſchiede von einigen Zehntel Graden mit ziemlicher Genauigkeit anzugeben: doch ſteht die Empfindlichkeit der einzelnen Hautſtellen nicht ganz in directem Verhältniſſe zu dem Nervenreichthum und der Feinheit der Taſtempfindung. Schon früher machten wir darauf aufmerkſam, daß unſere Haut nicht nur empfindlich iſt für die Verſchiedenheit der Wärmegrade, von denen ſie getroffen wird, ſondern auch für die abſolute Menge von Wärme, die in einer gewiſſen Zeit in ſie überſtrömt, was von der Leitungsfähigkeit der Körper abhängt. Deshalb werden wir auch empfindlicher von der Wärme und Kälte getroffen, je nachdem die Fläche der Haut, welche die Empfindung vermittelt, größer oder geringer iſt. Heißes Waſſer erſcheint uns weniger heiß, wenn wir die Spitze des Fingers, als wenn wir die ganze Hand hineintauchen. Im Uebrigen aber hängt die Empfindung von Wärme oder Kälte außerordentlich von dem Temperaturgrade ab, an den man ſich gerade gewöhnt hat. Ein Keller, der tief genug iſt, um während des ganzen Jahres eine conſtante Temperatur zu zeigen, erſcheint uns im Sommer kalt, im Winter warm; und Humboldt erzählt, daß er in Caracas vor Kälte ſchlotterte, als einmal das Thermometer während weniger Stunden etwa um zehn Grade gefallen war, wobei es ſich aber dennoch auf der Höhe der Blutwärme erhielt.

Die Haut mit ihren verschiedenen Empfindungen ist von jeher der Spielraum für alle möglichen Träumereien gewesen. Man glaubte sich berechtigt, den Tastsinn als den Mutterboden aller anderen Sinne aufzufassen und ihn sogar für diese Ersatz leisten zu lassen. Man sollte mit der Haut wirklich hören, sehen, riechen und schmecken, und man erzählte die wunderlichsten Geschichten zur Unterstützung dieser Behauptung. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Hautempfindungen bei gewissen Stimmungen des Centralnervensystemes eben so gesteigert werden können, wie diejenigen der anderen Sinne; — daß die Haut für Luftströmungen, Wärmeunterschiede und ähnliche Eindrücke empfindlich werden kann, die wir in gewöhnlichen Zuständen nicht auffassen, und daß aus solchen an uns vorübergehenden Eindrücken das gereizte Gehirn Vorstellungen combiniren kann, deren Grundlagen uns entgehen müssen. Eine Fledermaus, welcher man die Augen ausgestochen hat, weicht seinen Fäden im Fliegen eben so geschickt aus und stößt sich eben so wenig an die Wände des Zimmers, als eine andere, die ihre Augen noch hat. Die großen nackten Hautflächen an dem Kopfe dieser Thiere sind gewiß einer äußerst gesteigerten Empfindung fähig, durch welche die feinsten Luftströmungen unterschieden werden können. Von diesem Punkte an bis zu der specifischen Sinnesempfindung ist aber ein weiterer Schritt, den die Natur nicht ohne die Schaffung specifischer Sinnesorgane zurücklegen kann.

Leider sind noch keine genaueren Untersuchungen über die krankhaft gesteigerte Empfänglichkeit der Haut für Eindrücke der genannten Art angestellt worden. Das Glaubwürdige, was man von hysterischen und somnambülen Frauenzimmern in dieser Hinsicht erzählt, bezieht sich sichtlich nur auf solche gesteigerte Empfänglichkeit. Der Widerwille aber, welchen Männer der Wissenschaft von jeher gegen solche Untersuchungen gezeigt haben, beruht auf der ganz einfachen Beobachtung, daß die einfachen krankhaften Erscheinungen durch verschmitzten Betrug entstellt werden. Dieser ist denn auch überall vorhanden, wo Somnambülen durch die Herzgrube oder andere, mehr oder minder interessante Theile

ihres Körpers bei verbundenen Augen geleſen haben ſollen. Nie hat eine ſolche Perſon bei vollkommen undurchſichtigen Verbänden mit der Herzgrube oder den Händen leſen können; es bedurfte der Taftbänder, welche die Mutter, der Vater oder eine andere vertraute Perſon ſo umlegte, daß die magnetiſch Schlafende gar prächtig hindurchſehen konnte, und die Geſchichte des Burdin'ſchen Preiſes muß dem Gläubigſten die Augen geöffnet haben. Als ſo viel Spektakel vor einigen Jahren gemacht wurde von Somnambülen, welche mit verbundenen Augen leſen ſollten, legte dieſer Arzt einen verſiegelten Brief bei der Academie nieder nebſt einer Summe von 2000 Franken für Diejenige, welche leſen würde, was in dem Briefe ſtand. Noch keine hat den Preis verdient.

Sechszehnter Brief.

Die Bewegungen.

Jedermann weiß, daß in unſerem Körper eine Menge verſchiedenartiger Stücke, Knochen und Knorpel, zu einem Gerüſte zuſammengefügt ſind, welches den übrigen Theilen als Stütze dient und das Skelett genannt wird. Betrachtet man dieſes ſtarre Gerüſte näher, ſo erſcheinen dabei zwei weſentliche Bedingungen erfüllt, einerſeits eben die Stützung und Umhüllung der weicheren Theile, die Vorzeichnung der Höhlen, worin Hirn und Rückenmark, ſo wie die Eingeweide des Bauches und der Bruſt verborgen ſind, und anderntheils die Mithülfe zur Ausführung von Bewegungen, indem die einzelnen Stücke des Skelettes mehr oder minder beweglich an einander gefügt und durch Gelenke mit einander verbunden ſind. Die Art dieſer Zuſammenfügung iſt äußerſt mannichfaltig und wechſelt je nach den verſchiedenen Zwecken des Gelenkes, der Größe ſeines Spielraumes und der Art der Bewegung, welche es ausführen ſoll. An einigen Orten, wo nur eine gewiſſe elaſtiſche Verbindung, eine geringe Nachgiebigkeit gegen äußere oder innere Gewalt ſtattfinden ſoll, ſehen wir ſelbſt nur mehr oder minder zuſammendrückbare elaſtiſche Knorpelſtücke zwiſchen die Knochen eingeleimt, ohne daß ſich beſondere Gelenkflächen darböten, welche auf einander hergleiten könnten. Solcher Art ſind die Verbindungen der einzelnen Wirbelkörper unter ſich, die Anheftung der Rippen an das Bruſtbein und andere mehr. In dem erſten Falle iſt die Beweglichkeit der einzelnen runden, ſäulenartig auf einander geſchichteten Wirbelſtücke durch elaſtiſche,

aus Faserknorpeln gewebte Kissen, welche, wie die Federkissen eines Stuhles, einem gewissen Drucke nachgeben und sich beim Nachlasse desselben wieder aufrichten; bei den Rippen dagegen findet die Beweglichkeit dadurch statt, daß die beweglichen Stäbe, womit sie sich an das Brustbein ansetzen, wie Degenklingen durch angebrachten Druck oder Zug gebogen werden und beim Aufhören desselben in ihre alte Lage zurückspringen.

In allen übrigen beweglichen Gelenkverbindungen finden wir stets zwei Knochenflächen, welche über einander hergleiten können und deshalb mit glatten Knorpelstücken belegt und mit feuchtem Schleime überzogen sind; ein Verhältniß, das wir in der Mechanik durch glatte Drehflächen und Einölung der Gelenke nachahmen. Das Herstellen ganz ebener Flächen, welche über einander gleiten und einzig durch geradlinige Verschiebung wirken können, findet äußerst selten im Körper statt; meist bedingt die Art der Bewegung die Einrichtung verschieden gekrümmter Flächen, wodurch Drehungen aller Art ausgeführt werden. Die Natur hat sich äußerst erfinderisch in Herstellung dieser Gelenkverbindungen gezeigt; von dem freiesten Kopfgelenke, wo ein rund abgedrehter Gelenkkopf sich auf einer fast ebenen Fläche dreht und somit fast vollständig nach allen Richtungen umhergerollt werden kann, bis zu dem beschränkteren Nußgelenke, wo der Kopf in einer ihn umschließenden runden Kapsel spielt; von dem beschränktesten Charniergelenke, welches nur einseitiges Auf- und Zuklappen gestattet, bis zu den freiesten Charnieren, wo auch seitliches Ueberkippen und drehende Bewegung möglich ist, finden sich die mannichfachsten Modificationen, theils durch sinnige Abänderung der aufeinander spielenden Gelenkflächen, theils durch Anordnung der benachbarten Theile bedingt, welche den Spielraum des Gelenkes hemmen und einschränken. Es genügt, hier auf diese Verhältnisse aufmerksam gemacht zu haben; Jeder kann am eigenen Körper sich leicht überzeugen, wie sehr verschieden die Beweglichkeit des Oberarmes von derjenigen des Ellenbogens und der Hand sei; wie er den Oberarm frei im Kreise gleich der Speiche eines Rades schwingen, nach vorne und hinten führen kann, während

er im Ellenbogengelenk einzig auf das Auf- und Zuklappen des Charnieres beschränkt ist; wie er im Handgelenke drehende und seitliche Bewegungen ausführen, mit dem ersten Fingergelenke, namentlich des Zeigefingers, ebenfalls Kreisbewegungen vornehmen kann; während das zweite und dritte Fingergelenk nur klappender Charnierbewegungen fähig sind. Man wird so bei Vergleichung der oberen mit der unteren Extremität finden, daß hier die entsprechenden Bewegungen im Grunde zwar ähnlich, aber weit beschränkter sind; daß die Bewegungen des Oberschenkels denen des Oberarmes entsprechend nach allen Richtungen hin weit geringer sind, weil eben der Gelenkkopf des Oberschenkels in einer nußartigen Gelenkhöhle eingekapselt ist, während der Kopf des Oberarmes auf einer kleinen, fast ebenen Gelenkfläche spielt; daß die Bewegungen der Fußwurzel, der Zehen, eine Wiederholung der Hand- und Fingerbewegungen in geringerer Ausdehnung darstellen.

Die Gelenkflächen der einzelnen Knochen sind durch Kapselhäute und Bänder an einander befestigt, durch deren Anordnung meist der Spielraum der Gelenke, so wie er durch die Natur der Gelenkflächen gegeben wäre, mehr oder minder beschränkt, zugleich aber auch die Verbindung in allen Richtungen befestigt und das Ausgleiten der Gelenke, die Verrenkung derselben, mehr oder minder erschwert wird. Je freier ein Gelenk ist, je größeren Spielraum es besitzt, desto schlaffer müssen auch diese Haltbänder angespannt sein und desto leichter sind auch Verrenkungen möglich.

Die innerste Kapsel, welche unmittelbar die Gelenkflächen einhüllt, bildet stets einen vollkommen hermetisch geschlossenen Sack, der aus festem Fasergewebe gewoben und auf seiner innern Seite mit mehr oder minder zähem Schleime überzogen ist, welcher beständig zwischen die glatten Gelenkflächen eindringt und die Reibung derselben auf ein sehr geringes Maß beschränkt.

Eine nothwendige Folge des hermetischen Verschlusses der Gelenkkapseln ist die Ausschließung der atmosphärischen Luft, die Herstellung eines Raumes im Innern der Gelenke, welcher keine Luft, sondern nur Flüssigkeit enthält und somit keinen Gegendruck auszuüben im Stande ist. Es ist bekanntlich der Druck der Luft,

welcher das Waſſer in einer luftleer gemachten Röhre 32 Fuß hoch emportreibt, welcher im Barometer einer Queckſilberſäule von 28 Zoll das Gleichgewicht hält; in unſerem Körper erhält der Druck der Luft die Gelenkflächen in unmittelbarer Berührung, und die Größe der einzelnen Gelenkflächen iſt ſo berechnet, daß der Luftdruck, welcher darauf ausgeübt wird, allen daran aufgehängten Theilen das Gleichgewicht hält. Man hat dieſen Satz namentlich an dem Hüftgelenke auf die überzeugendſte Weiſe dargethan und durch Verſuche bewieſen, daß beim Schweben des Beines in freier Luft weder die Muskeln noch die Bänder daſſelbe halten, ſondern einzig der Druck der Luft auf das Hüftgelenk hinreicht, daſſelbe feſt am Becken ſchwebend zu erhalten. Legt man einen Leichnam auf den Bauch, ſo daß die Beine frei ſchwebend von dem Tiſche herabhängen, und trennt nun durch einen Kreisſchnitt ſämmtliche Muskeln bis auf die Bänder des Hüftgelenkes und bis zur Kapſel deſſelben, ſo hängt das Bein noch eben ſo feſt im Hüftgelenke, als zuvor. Die Gelenkflächen des Kopfes einerſeits und der Pfanne anderſeits ſind ſogar ſo genau auf einander gepaßt, daß man die Kapſel ſelbſt einſchneiden kann, ohne daß das Bein aus dem Gelenke herausfällt. Bohrt man aber von innen, von dem Unterleibe aus, ein Loch in das Gelenk ein, ſo dringt in dem Augenblicke, wo der Bohrer die innere Gelenkfläche durchſtößt, die Luft mit ziſchendem Geräuſche ein und der Gelenkkopf ſinkt aus ſeiner Pfanne heraus, ſoweit als es das im Innern des Gelenkes angebrachte ſogenannte runde Band des Hüftgelenkes geſtattet, welches von der Spitze des Gelenkkopfes zu dem tiefſten Punkte der Pfanne geht. Drückt man nun das Bein, indem man es aufhebt, wieder in die Pfanne hinein und ſchließt das im Becken angebrachte Bohrloch mit dem Finger, ſo bleibt das Bein von neuem ſchwebend hängen und der ſchließende Finger wird von dem Bohrloche wie von einem Schröpfkopfe angezogen. Im Augenblicke, wo der Finger entfernt wird, fällt das Bein herab. Man hat die Verſuche in der Art wiederholt, daß man das Schenkelgelenk herauspräparirte, den Oberſchenkel abſägte, die Beckenknochen rund herum wegnahm, ſo daß nur die beiden durch

das Gelenk verbundenen Knochenstücke überblieben, und nun das Ganze unter die Glocke der Luftpumpe brachte, nachdem man an den Schenkelknochen ein paar Pfundsteine aufgehängt hatte. Der Schenkelkopf war fest im Gelenke eingefügt; sobald man aber auspumpte und einen luftleeren Raum erzeugte, sank er aus den Gelenkhöhlen heraus; ließ man von Neuem Luft zu, so stieg er wieder in die Höhe, und man konnte so das abwechselnde Spiel des Auf- und Absteigens des Schenkelkopfes in seinem Gelenke wiederholen, je nachdem man Luft auspumpte, oder zuließ.

Berechnet man, nach der Größe der Oberfläche des Hüftgelenkes, die Größe des Druckes, welchen die Luft auf dasselbe ausübt, so zeigt sich, daß derselbe etwa 22 bis 25 Pfund beträgt, während ein Bein im Durchschnitte 18 bis 20 Pfunde wiegt. Bei gewöhnlichem Luftdrucke hält demnach der auf das Hüftgelenk ausgeübte Druck der Luft dem Gewichte der Extremität das Gleichgewicht, und es bedarf durchaus keiner Anstrengung von Seite der Muskeln, um das Bein schwebend zu erhalten. Gleiche Verhältnisse finden sich am Kniegelenke, am Oberarme, an den Fuß- und Handgelenken verwirklicht; überall sind die Kapseln der Gelenke hermetisch abgeschlossen und überall die Größe der Oberflächen in ein bestimmtes Verhältniß zu dem Gewichte der Theile gebracht, welche daran aufgehängt sind, so daß erst bei Vergrößerung des an den Gelenken bewirkten Zuges eine entsprechende Thätigkeit der Muskeln und Bänder zur Aneinanderhaltung der Gelenkflächen nöthig wird.

Betrachtet man das Skelett des Menschen (siehe Fig. 58, S. 413) im Vergleich zu demjenigen der Säugethiere, so stellt sich schon in der Anfügung der einzelnen Knochen und ihren Verhältnissen zu einander die wesentliche Beziehung zu dem aufrechten Gange heraus. Das Gelenk zwischen dem Hinterhaupte und dem ersten Halswirbel, welches das Vor- und Rückwärtsbeugen des Kopfes vermittelt, ist bei gut entwickeltem Schädel so angebracht, daß sich der Kopf förmlich auf seiner Unterlage balancirt. Die leichte Krümmung der Halswirbelsäule nach vorn

Fig. 58.

trägt das ihrige dazu bei, den so im Gleichgewichte schwebenden Kopf in der allgemeinen Schwerlinie des Körpers zu erhalten. Die Rückenwirbelsäule zeigt im Gegentheile eine Krümmung nach hinten; die Lungen und das Herz, sowie der ganze Rippenkorb, sind an der vorderen Fläche der Wirbelsäule angebracht und würden ein Ueberkippen der Schwerlinie nach vorn bedingen, wenn nicht durch diese Einbiegung entgegengewirkt wäre. Im Becken endlich schließt sich die Bauchhöhle nach unten, während zugleich durch die Krümmung der Schwanzwirbelsäule Raum für die Eingeweide hinter der Schwerlinie geschafft wird. Durch alle diese Einrichtungen wird denn als Endresultat die Lage der Schwerlinie des Oberkörpers so hergestellt, daß sie bei der Profilstellung des Menschen senkrecht durch den Schenkelknorren läuft. Die vorderen Extremitäten, zur Ausführung freierer Bewegungen, nicht aber, wie bei allen Vierfüßern, zum Tragen des Rumpfes bestimmt, sind überall mit viel freieren Gelenken und größerer Beweglichkeit der einzelnen Knochenstücke gegen einander ausgerüstet. Bei den Beinen dagegen wiegt in Uebereinstimmung mit ihrer Bestimmung zum Tragen des Körpers die Festigkeit und die damit zusammenhängende größere Starrheit der Gelenke vor der freieren Beweglichkeit vor. Die springenden Thiere, bei welchen andere Verhältnisse obwalten, ausgenommen, hat der Mensch das längste und stärkste Bein im Verhältniß zu der vorderen Extremität, und der eigenthümliche Character des menschlichen Knochenbaues ruht, wie man sehr schön nachgewiesen hat, in keinem anderen Theile so sehr, als in dem Fuße. Die menschliche Hand ist kein eigenthümliches Gebilde; die Hände der menschenähnlichen Affen sind durchaus eben so frei beweglich, zu eben so kunstvollen Combinationen geeignet, als die Hand des Menschen; der Arm aber ist meistens länger im Verhältniß zu den Beinen, als bei dem Menschen, was mit der Lebensart auf Bäumen und der Stellung als Kletterthier zusammenhängt. Hierauf beruht auch die Ausbildung des hinteren Affenfußes zur Hand, was manche Naturforscher irriger Weise für einen Vorzug haben ansehen wollen. Durch die enge Verbindung seiner Zehen,

die gewölbartige Zuſammenfügung der Mittelfußknochen, die eigenthümliche Anordnung des Fußgelenkes unterſcheidet ſich der Menſch eben ſo ſcharf und beſtimmt von allen anderen Thieren, als durch die Ausbildung der knöchernen Gehirnkapſel, und durch dieſe Bildung allein iſt es ihm möglich, den aufrechten Gang als normale Stellung zu behaupten, während alle übrigen Thiere nur ausnahmsweiſe und auf kurze Zeit ſich in dieſer Stellung erhalten können.

Durch ihre eigenthümliche Structur bilden die Knochen bei den Bewegungen die ſtarren Hebel, an welchen die Muskeln gleich Zugſeilen arbeiten. Von ſich aus kann ein Knochen ſich nie bewegen; es gehören hierzu beſondere Faſern, welche der Zuſammenziehung fähig ſind und deren Bündel eben mit dem Namen der Muskeln oder im gemeinen Leben des Fleiſches belegt werden. Jedermann kennt das faſerige Gewebe dieſer Theile; eben ſo bekannt iſt einem Jeden, daß die Faſern eines Muskels parallel neben einander liegen, und daß man demnach einen Muskel nicht mit Unrecht einem Bündel von einzelnen Faſern vergleichen kann, die durch eine gemeinſchaftliche zellgewebige oder ſehnige Hülle zu einem Ganzen vereinigt ſind und zwiſchen denen die Blutgefäße und die Nerven verlaufen. Betrachtet man die letzten Faſern, in welche ſich die rothen Muskeln unter dem Mikroſkope ſpalten laſſen, ſo ſieht man, daß eine jede derſelben von einer einfachen, glashellen, dünnen und höchſt zarten Scheide gebildet wird, in welcher wieder ein Bündel von feinen Fädchen ſteckt, ſo daß das Ganze etwa wie Zündhölzchen in einer langen Schachtel ausſieht. Auf der Hülle zeigen ſich äußerſt feine, oft wellenförmige dunkle Querſtreifen, welche durch ſolche Mittel, die eine Gerinnung des Eiweißes veranlaſſen, wie z. B. Weingeiſt, ſtärker hervortreten. Da dieſe Querſtreifen überall bei den höheren Thieren mit großer Evidenz hervortreten, ſo hat man deshalb auch die Muskeln dieſer Art überhaupt die quergeſtreiften Muskeln genannt. Ueber die Bildung der in der Scheide ſteckenden letzten Fädchen herrſchen noch manche Zweifel. Viele Forſcher glauben, daß ſie aus einfacher homogener Sub-

ſtanz mit abwechſelnden Knotenreihen beſtehen; — andere dagegen, geſtützt auf das Zerfallen der Muskelfaſern in einzelne ſcheibenartige Stücke nach Behandlung mit verſchiedenen Reagentien, ſind der Anſicht, daß die contractile Subſtanz aus einzelnen Körnchen beſtehe, welche durch eine leichter auflösliche Zwiſchenſubſtanz gleichſam zuſammengeleimt ſei und ſomit auch leicht in einzelne Querſcheiben oder Längsfaſern zerfalle. Jede Faſer iſt in den quergeſtreiften Muskeln unabhängig; nur am Herzen findet man zuweilen Verbindungen zweier Faſern mit einander. In der eigenthümlichen Contractilität dieſer Faſern beruht nun die Zuſammenziehung dieſer Muskeln, durch welche die einzelnen Knochen in verſchiedene Stellungen zu einander gebracht und ſo die Bewegungen ausgeführt werden. Die Muskelfaſern ſelbſt heften ſich theils direct, theils durch die vermittelnden Fadenſtränge der Sehnen an die Knochen ſelbſt an. Die Sehnenfaſern können ſich ſelbſtſtändig nicht zuſammenziehen; ſie dienen hauptſächlich zur Uebertragung der ziehenden Kraft an ferne Orte, wo das Volumen der Theile nicht allzu ſehr vermehrt werden ſoll. So ziehen die Muskelmaſſen des Vorderarmes durch die dünnen, über das Handgelenk laufenden Sehnen an der Hand ſelbſt und an den Fingern; die Muskeln des Unterſchenkels in ähnlicher Weiſe an den Knochen des Mittelfußes und der Zehen.

Unterſucht man die Muskelfaſer unter dem Mikroſkope im Augenblicke der Zuſammenziehung, ſo ſieht man die feinen Querſtreifen, welche die Hülle darbietet, näher aneinander rücken, ſich ſtärker runzeln und dadurch offenbar andeuten, daß die Elemente der Faſern ſich ſtärker zuſammenſchieben und in ſich verkürzen. Die feinen Querrunzeln der Hülle finden ſich überhaupt nur dann deutlich ausgeſprochen, wenn die Faſer wirklich einigermaßen zuſammengezogen iſt, und je größer die Zuſammenziehung, deſto deutlicher iſt auch die Querrunzelung, während vollkommen ſchlaffe Muskelfaſern eine faſt glatte, runzelloſe Scheide darbieten. Bei kleinen durchſichtigen Thieren, die man ganz ohne Verletzung unter das Mikroſkop bringen kann,

z. B. jungen Fiſchlein, laſſen ſich dieſe Verhältniſſe auf das Deutlichſte beobachten. Meiſt ſieht man auch bei ſtärkerer Zuſammenziehung wellenförmige oder Zickzackbiegungen der einzelnen Muskelfaſern, welche früher als der Ausdruck der wirklichen Zuſammenziehung angeſehen wurden. Jetzt hat man ſich überzeugt, daß dieſe Biegungen entweder durch vereinzelte Zuſammenziehungen benachbarter Muskelfaſern entſtehen, bei welchen die noch ausgedehnten Faſern eingeknickt werden, oder daß ſie eine Folge der Elaſticität ſind, welche mit der lebendigen Zuſammenziehung in Kampf tritt. Bei dieſer letzteren wird die Muskelfaſer in allen ihren Querdurchmeſſern bedeutender, während ihr Längsdurchmeſſer abnimmt. Der vorher lang ausgedehnte Muskel wird breiter, dicker, ſchwillt bedeutend an und erſcheint beim Anfühlen hart und feſt; an der innern Muskelmaſſe des Oberarmes, welche den Ellenbogen beugt, hat wohl Jeder ſchon dies Anſchwellen des Muskels an ſich ſelber beobachtet. Man nahm früher zuweilen an, daß bei der Zuſammenziehung wirklich eine geringe Verdichtung der Muskelſubſtanz vorhanden ſei, und daß der zuſammengezogene Muskel einen abſolut kleineren Raum einnehme, als im Zuſtande der Erſchlaffung; genauere Verſuche haben indeß nachgewieſen, daß eine ſolche Verdichtung wirklich nicht ſtattfinde, und daß der Muskel demnach an Breite und an Dicke gewinnt, was er an Länge bei der Zuſammenziehung verliert.

Die Zuſammenziehung ändert die moleculare Beſchaffenheit der Muskelmaſſen in jeder Weiſe. Die Härte, welche der zuſammengezogene Muskel darbietet, rührt nur von der Spannung ſeiner Faſern, nicht von einer Verdichtung ſeiner Maſſe her, die in der That, wie genauere Beobachtungen nachgewieſen haben, im Gegentheile weicher wird. Nicht minder ändern ſich auch die electriſchen Verhältniſſe. Die Längenfläche eines ruhenden Muskels iſt ſtets poſitiv, der natürliche oder künſtliche Querſchnitt deſſelben dagegen negativ electriſch, ſo daß in dem Muskel gewiſſermaßen beſtändig ein ſchwacher Strom von den poſitiven Seiten der Molecüle nach den negativen Enden geht. Man

kann deshalb auch eine wahrhaft galvaniſche Kette in der Weiſe conſtruiren, daß man geeignete Muskelmaſſen, wie z. B. diejenigen des Oberſchenkels des Froſches, ſo in einander ſchachtelt, daß der Querſchnitt des einen Stückes die Außenfläche des nächſten berührt. Eine ſolche aus lebendigen Muskeln gebaute Schenkelſäule wirkt wie eine ſchwache galvaniſche Säule, welche einen präparirten Froſchſchenkel zur Zuſammenziehung bringen kann. In den zuſammengezogenen Muskeln dagegen iſt dieſer Molecularſtrom ſo geſchwächt, daß ſeine Anweſenheit kaum noch nachzuweiſen iſt.

Die willkürliche Zuſammenziehung ſteht unter dem Einfluſſe der Nerven, welche zu den Muskeln gehen und deren Primitivröhren ſich zwiſchen den einzelnen Faſern derſelben durchſchlängeln, um durch ihre letzten Ausläufer mit ihnen zu verſchmelzen. Sobald ein Muskelnerve durchſchnitten iſt, ſo daß ſein Zuſammenhang mit dem Centralnervenſyſteme aufgehoben iſt, hört, wie ſchon oben angeführt wurde, der Einfluß des Willens auf denſelben gänzlich auf. Reizt man nun das peripheriſche Ende des Nerven, welcher noch mit dem Muskel zuſammenhängt, ſo zieht ſich dieſer zuſammen, ganz ſo, wie wenn der Wille auf ihn eingewirkt hätte. Läßt man das Glied, welches mittelſt Durchſchneidung ſeiner Nerven gelähmt wurde, ruhig, ſo verliert ſich allmählich die Reizbarkeit von dem Stamme des Nerven nach der Peripherie hin. Anfangs zieht ſich der Muskel noch jedesmal zuſammen, wenn der Nervenſtamm gekneipt wird; ſpäter erfolgt Zuckung nur auf Anwendung der galvaniſchen Electricität, welche unter allen Reizen der wirkſamſte für die Muskelnerven iſt; nach einiger Zeit muß die galvaniſche Reizung auf die feineren Zweige applicirt werden, wenn ſie wirkſam ſein ſoll, und zuletzt muß der Muskel ſelbſt unmittelbar von den Drähten der galvaniſchen Kette berührt werden, um noch ſchwache Zuckungen zu veranlaſſen, die endlich auch verſchwinden, ſo daß der Muskel dann durchaus unthätig iſt und auf keinerlei Weiſe mehr reagirt.

Die Ernährung der Muskeln, welche auf irgend eine Weise gelähmt wurden, leidet auf die mannichfachste Weise. Sie werden blaß, schlaff, schwinden allmählich, und man kennt sogar Beispiele, wo sie gänzlich in Fett umgewandelt und vernichtet wurden. So wie aber bei dem gesunden Menschen durch Uebung die Muskeln stärker und kräftiger werden, ihre Ernährung besser von Statten geht, so geschieht es auch bei Gliedern, deren Nerven durchschnitten wurden. Leitet man durch solche gelähmte Glieder täglich galvanische Ströme, um Zuckungen zu veranlassen und die Muskeln nicht durchaus in Unthätigkeit zu lassen, so erhält sich die Reizbarkeit derselben weit länger, ja sie verschwindet durchaus gar nicht und der Muskel bleibt in gleichmäßiger Ernährung, ohne zu erblassen und zu schwinden.

Wenn schon diese Thatsache darauf hinweist, daß die Reizbarkeit der Muskelfaser eine ihr eigenthümlich inwohnende Lebenserscheinung ist, welche nur durch die Nervenreize in Thätigkeit versetzt wird; so erscheint dies noch deutlicher durch den Einfluß nachgewiesen, welche die Abschneidung der Muskelernährung auf die Reizbarkeit hat. Ein Thier, dessen Bauchschlagader unterbunden ist, läuft anfangs noch ganz ordentlich — nach kurzer Zeit aber beginnt es zu schwanken, und bald erscheint es eben so vollständig an beiden Hinterfüßen gelähmt, als wenn man ihm die Nerven derselben durchschnitten hätte. Anfangs bringen galvanische Reizungen noch Zuckungen in den Extremitätenmuskeln hervor, nach einiger Zeit aber nicht mehr, und wenn man vergleichende Versuche an demselben Thier macht, indem man an dem einen Fuße den Blutkreislauf, den Träger aller Ernährung, aufhebt, an dem andern hingegen den Nerven durchschneidet, so zeigt sich, daß der durch Unterbindung der Gefäße und durch Abschluß aller Blutzufuhr gelähmte Fuß bei weitem schneller seine Reizbarkeit verliert, als der durch Nervenzerschneidung gelähmte.

Die Fähigkeit der Zusammenziehung ist demnach eine mit der Muskelfaser unzertrennlich verbundene Lebenseigenschaft, die ihr nicht erst durch die Nerven ertheilt wird; die Nerven dienen

lediglich dazu, dieſelben unſerem Willen zu unterwerfen, indem der von dem Centralnervenſyſtem ausgehende Impuls zur Bewegung auf die Muskeln übertragen wird. Genauere Verſuche der Neuzeit haben in der That gezeigt, daß die Muskelfaſern bei mechaniſcher Reizung, Druck, Ueberſtreichung mit dem Meſſerſtiele, ſelbſt dann noch eine eigenthümliche ſelbſtſtändige Zuſammenziehung zeigen, wenn die Leitungsfähigkeit der Nerven gänzlich bis in ihre kleinſten Theile erſchöpft iſt. Es gleicht aber dieſe idiomuskuläre Zuſammenziehung durch ihr langſames An- und Abſchwellen mehr der Wirkung der unwillkürlichen Muskeln und läßt ſich dadurch leicht von der durch die Nerven bedingten Zuckung (der neuromuskulären Zuſammenziehung) unterſcheiden.

Fragen wir nun nach den mechaniſchen Bedingungen, welche an dem Körper zur Vermittlung der Bewegung realiſirt ſind, ſo ergiebt ſich vor allen Dingen ein leicht vorauszuſehendes Verhältniß zwiſchen den Knochen und Muskeln. Erſtere können gleich Stützpunkten und Hebeln betrachtet werden, an welchen die Muskeln wie Zugſeile befeſtigt ſind, und meiſt ſogar tritt das Verhältniß ein, daß je nach Bedürfniß oder Zufall der eine Knochen als Stützpunkt dient, auf welchem der andere ſich bewegt, und daß wieder in anderen Momenten derjenige Knochen, welcher vorher feſtgeſtellt war, als bewegender auftritt und der andere die Rolle des ſtützenden übernimmt. Strecken wir, während wir im Lehnſeſſel ſitzen, den Fuß gerade aus, der auf dem Boden ſtand, ſo bewegt ſich der Unterſchenkel auf dem feſtgeſtützten Oberſchenkel; ſtehen wir dagegen von dem Stuhle auf, ſo wird das Unterbein feſtgeſtemmt, der Oberſchenkel auf demſelben bewegt und ſo der Körper in die Höhe gehoben. Selten nur treten ſolche Verhältniſſe ein, wie an den meiſten Geſichtsmuskeln, wo nur das eine Ende der Muskelfaſern feſt an Knochen geheftet iſt, während das andere frei an der Haut und an weichen verſchiebbaren Theilen ſich endet, und demnach auch nur Bewegung an dem einen Ende des Muskels als Endreſultat der Zuſammenziehung auftreten kann. Endlich giebt es nur einige wenige Muskeln am menſchlichen Körper, welche faſt vollkommene

Ringe darſtellen und zum Verſchließen und Oeffnen von einigen Oeffnungen angebracht ſind, wie am Munde und After, wo die ganze Spalte durch die gleichförmige Zuſammenziehung von allen Seiten zugeklemmt werden kann.

Ein altes Vorurtheil zieht ſich noch durch manche Anſichten über die Art und Weiſe, wie man ſich die Anheftung der Muskeln an den Knochen angeordnet denkt. Die Knochen bilden natürlicher Weiſe in den meiſten ihrer Bewegungen wahre Hebel, und die Geſetze ihrer Wirkung ſind durchaus dieſelben, wie bei den auf gleiche Weiſe conſtruirten Hebeln, die wir in der Mechanik gebrauchen. So bildet unſer Vorderarm einen einſeitigen Hebel, deſſen Anheftungspunkt in dem Ellenbogen gegeben iſt, und wo die ziehenden Seile, die Muskeln, zwiſchen dem Anheftungspunkte und dem Punkte, wo die Laſt angebracht iſt, ſich anheften. Es würde zu weit führen, hier auf die Geſetze des Hebels einzugehen, welche der reinen Statik und Mechanik, der Phyſiologie aber nur in ſo fern angehören, als dieſelben Geſetze an der Maſchine des Körpers in Ausführung gekommen ſind; aber erwähnen müſſen wir, daß ſchon aus dem angeführten Beiſpiele erhellt, wie die Muskeln meiſt unter den ungünſtigſten Verhältniſſen für die Kraftentwickelung angebracht ſind. Wenn wir eine Laſt mit möglichſter Erſparniß von Kraft in die Höhe heben wollen, ſo bringen wir ſie auf einen möglichſt kurzen Hebelarm und verdoppeln in wachſender Proportion unſere Kraft, indem wir dieſe Kraft an einem langen Hebelarme anbringen; wollen wir einen Stein, welcher der Anſtrengung von zehn Männern nicht weichen würde, allein fortwälzen, ſo ſchieben wir die Spitze einer langen Stange unter ſeine Kante und ſtützen die Stange unmittelbar auf einen kleineren Stein, während wir an dem langen Ende der Stange unſere Kraft wirken laſſen. Wollen wir ein Gewicht an einem einarmigen Hebel in die Höhe ziehen und dabei Kraft erſparen, ſo hängen wir das Gewicht ſo nahe als möglich an den Befeſtigungspunkt des Hebels und ziehen an dem andern Ende. So hat die Natur in unſerem Körper nicht verfahren. Die Muskeln ſind im Gegen-

theile meiſt in der Art angebracht, daß ſie eine ungeheuere Kraft verſchwenden müſſen, um eine kleine Wirkung hervorzubringen. Wir wiſſen dies ſchon aus unſerer täglichen Erfahrung. Ein Sack, den wir in der Hand tragen ſollen bei gekrümmtem Arme, ermüdet uns bald; hängen wir denſelben um die Mitte des Armes, ſo ermüdet er ſchon weniger, und in dem Ellbogengelenke ſelbſt können wir ihn eben ſo viele Stunden tragen, als wir ihn Minuten in der ausgeſtreckten Hand gehalten hätten. Man hat dieſe Verhältniſſe genauer berechnet und gefunden, daß die Wadenmuskeln eines Mannes, der auf dem einen Fuße ſtehend die Ferſe emporhebt und ſich auf die Zehen ſtellt, achtzigmal mehr Kraft entwickeln müſſen, als ihre Wirkung beträgt, daß ſie mithin ſtatt 140 Pfund, die wir als Gewicht des Mannes annehmen wollen, in Wahrheit ein Gewicht von 11,200 Pfund tragen. Man ſieht aus dieſem einzigen Beiſpiele, welches man bedeutend vervielfältigen könnte, daß es der Natur durchaus nicht darauf ankam, Kraft zu ſparen, und daß die kleinen Vortheile, welche ſie durch Ausbildung von Knorren und Vorſprüngen erzielt, gar nicht in Betracht kommen gegen eine wahre Verſchwendung, welche auf der andern Seite ſtattfindet.

Es liegt meiſtens in dem Bereiche unſeres Willens, ob wir einen Muskel allein oder in Geſellſchaft mit einigen anderen wirken laſſen wollen. Viele Bewegungen, und gerade die wichtigeren, beruhen aber auf dieſer gemeinſchaftlichen Wirkung der Muskeln und auf der regelmäßigen Aufeinanderfolge der Zuſammenziehung eines jeden einzelnen Muskels. Oft verlangt eine ſolche regelmäßige Folge von einzelnen Bewegungen, welche eine combinirte Bewegung hervorbringen ſollen, ziemliche Uebung, zumal wenn die Bewegung ſtätig und nicht in einzelnen Abſätzen ausgeführt werden ſoll. Nur Wenigen möchte es gelingen, ein mit Waſſer gefülltes Glas im Kreiſe herum zu führen, ohne davon zu verſchütten; es gehört eben zu dieſer Bewegung ein allmähliches Ueberführen des Willens von einem Muskel zum andern, wodurch jeder zuckende Anſtoß, jeder Anhalt vermieden wird, und dieſe Bedingung läßt ſich erſt nach einiger Uebung erfüllen. Es giebt

indeſſen manche combinirte Bewegungen, die von Anfang an mit einander unauflöslich verknüpft ſcheinen und über welche die Vereinzelung des Willens keine Kraft auszuüben vermag. Die meiſten Combinationen eignen wir uns erſt durch die allmähliche Gewöhnung an; wir lernen gehen, laufen, ſchwimmen erſt nach längerer Uebung und Anſtrengung; alle dieſe erſt erzogenen Combinationen ſind wir ebenfalls durch Uebung fähig wieder zu zerſetzen und in ihre Einzelbewegungen zu zerlegen. Die meiſten Menſchen können bei geſtreckter Hand den Ringfinger oder den kleinen Finger nicht allein beugen; die Uebung am Claviere lehrt ſie bald, einen jeden Finger allein zu gebrauchen. Jede längere Uebung in gewiſſen Bewegungen bedingt allmählich eine Gewöhnung an dieſe wiederkehrenden Combinationen, die zuletzt unbewußt werden, die aber eben ſo leicht wieder durch Angewöhnung anderer Combinationen vertilgt werden können. Die relative Geſchicklichkeit in allen Handwerken und Gewerben beruht größtentheils auf dieſem Grundgeſetze der allmählichen Bildung von Bewegungscombinationen. Der Arbeiter, welcher heute in ein Geſchäft eintritt, das er noch nicht kennt, bringt bei dem beſten Willen und der größten Anſtrengung nicht ſo viel vor ſich, als der Geübte, welcher ſeit Jahren das Handwerk treibt. Der eine muß die nöthigen Combinationen durch den ſpeciell auf jeden einzelnen Muskel gerichteten Willen hervorbringen, während bei dem Andern die combinirten Bewegungen in ihrer Reihenfolge ausgeführt werden, ohne daß es einer beſondern Aufmerkſamkeit von ſeiner Seite bedarf.

Zu den gewöhnlichſten combinirten Bewegungen gehört das Gehen, deſſen mechaniſche Bedingungen durch ausgezeichnete Unterſuchungen vollſtändig erörtert ſind. Bei dem ruhigen Stehen in militäriſcher Stellung auf das Commando : Achtung! ruht unſer Oberkörper auf den ſäulenartig ſtützenden Beinen in der Art, daß ſeine Schwerlinie zwiſchen die beiden Ferſen fällt. Natürlicher aber, weniger ermüdend und darum auch wohl als die ungezwungenſte Stellung des Körpers iſt diejenige zu betrachten, wo der Körper auf den zwei Beinen zwar ruht, aber doch weſent-

lich nur auf dem einen, hinteren, während das andere, etwas vorangestellt, nur leicht den Boden berührt und so die Schwerlinie, statt zwischen die Ferſen beider Füße, etwa auf den Ballen des hinteren Fußes fällt. Das Gehen beruht auf einer abwechſelnden Uebertragung des Körpers auf das eine oder andere Bein, während welcher Uebertragung zugleich die Beine den Ort wechſeln und voran ſich bewegen. Bei jedem Doppelſchritte kommt demnach einmal das linke, einmal das rechte Bein an die Reihe, vorwärts bewegt zu werden, und umgekehrt ſtützt zuerſt das rechte, dann das linke Bein den Körper, während das andere vorwärts ſchwingt. Das vorwärts ſich bewegende, ausſchreitende Bein wird etwas im Kniegelenke gebogen, um bei ſeiner Bewegung den Boden nicht zu berühren, und ſchwingt nun wie ein Pendel, einzig durch den Druck der Luft getragen, vorwärts, während das ſtützende Bein ſich vorwärts neigt und der Körper ſo wörtlich voran fällt. Ehe aber der Körper fällt, hat das ſchwingende Bein ſeine Pendelſchwingung vollendet, und ſtützt, auf den Boden ſtemmend, von neuem den Körper. Nun wird das hinten gelaſſene Bein gehoben; zuerſt wickelt ſich die Ferſe, dann der Ballen vom Boden ab, und bei dieſer Abwickelung wird durch Streckung des Fußes dem Körper eine Wurfbewegung ertheilt, wodurch er nach vornen geſchleudert wird. Indem der Körper während dieſer Wurfbewegung auf dem zuerſt ausgeſchrittenen Beine ſtützt, vollzieht das zweite ſeine Pendelſchwingung und hält den Körper zu rechter Zeit im Falle auf.

Es ergiebt ſich aus dieſer Analyſe des menſchlichen Ganges, daß derſelbe wirklich ein beſtändiges Vorwärtsfallen des Körpers darſtellt, welches eben ſo regelmäßig durch die vorwärts ſchwingenden und unterſtützenden Beine verhindert wird. Bei dem Gehen findet demnach eine Abwechſelung zwiſchen zwei Momenten ſtatt. In dem einen beſchreibt der Körper, auf das eine Bein geſtützt, eine Wurfbewegung, in dem andern ſtützt er ſich auf beide Beine zugleich. Je langſamer der Schritt iſt, deſto länger dauert der zweite Moment, deſto länger ruht der Rumpf auf beiden Beinen; je ſchneller man geht, deſto mehr wird dieſes

Moment verkürzt und beim Laufen ist es auf Null reducirt. Der Lauf unterscheidet sich dadurch vom Schritt, daß stets nur ein Bein den Körper stützt, daß beide Füße mit einander vollkommen abwechseln, somit der eine in demselben Augenblicke den Boden verläßt, wo der andere ihn berührt. Die Wurfbewegung des Körpers ist natürlich bei dem Laufe viel größer, und es wird dieser mitgetheilten Geschwindigkeit halber um so unmöglicher, sich im Laufe aufzuhalten, als dieser schneller ist. Sobald der Lauf schneller wird, giebt es sogar eine gewisse Zeit, während welcher der Körper frei in der Luft schwebt, ohne auf irgend eine Weise gestützt zu sein, und wo er demnach förmlich, wie beim Sprunge, vorwärts geschleudert ist. Der Lauf ist demnach ein Uebergang vom Gange zum Sprunge, und wir unterscheiden nur deshalb zwischen diesen beiden Bewegungen, weil wir beim Laufe eine Menge kleiner Sprünge zu einer horizontal fortschreitenden Bewegung verbinden, während wir unter Sprung mehr eine einzelne größere Kraftanwendung verstehen, bei welcher wir die verschiedenen Gelenke des Fußes und selbst des Körpers zusammenbeugen, um sie dann gleich gebogenen Federn plötzlich auseinander zu schnellen und dadurch dem Körper eine gewaltige Wurfbewegung zu ertheilen, in welcher dann die Beine nachgezogen werden. Die verticale Erhöhung, welche der Rumpf beim Sprunge erreichen kann, ist indeß nicht so bedeutend, als man von vorn herein glauben sollte. Ein geübter Springer kann ohne Benutzung von Sprungbrettern und ähnlichen Apparaten, welche durch ihre Federkraft die Wurfbewegung erhöhen, über eine Barriere springen, die so hoch als er selbst ist. Diese Höhe erscheint freilich beträchtlich; bedenkt man aber, daß bei solchem Sprunge die Beine dicht an den Leib angezogen werden, und daß somit von der Höhe des Sprunges die ganze Länge der Beine abgezogen werden muß, so wird unsere Bewunderung um vieles geringer. Die verticale Höhe, in welche ein Mensch seinen Körper im Sprunge schleudern kann, erreicht im Ganzen höchstens fünf Fuß, und es muß dieselbe nicht nach der Höhe, über welche man setzt, sondern nach der Höhe geschätzt werden, welche der Scheitel

erreicht. Der Unterſchied zwiſchen der Höhe des Scheitels bei aufrechtem Stehen und der Höhe, welche der Scheitel im Sprunge erreicht, drückt eigentlich die wahre Sprunggröße aus. Ein Gleiches findet bei den Thieren ſtatt. Man beobachte ein Reh, einen Hirſch, wenn er über eine Hecke ſetzt. Die Vorderbeine werden ſo unter den Leib geſchlagen, daß ſie faſt an den Seiten deſſelben anliegen, die Hinterbeine, nachdem ſie den Schwung gegeben haben, gerade ausgeſtreckt, ſo daß die ganze Unterfläche des Thieres eine horizontale Linie bildet. Geſetzt, der Hirſch hätte drei Fuß lange Beine, ſo wird er, wenn ſein Körper im Sprunge ſechs Fuß hoch emporgeſchnellt wird, über ein neun Fuß hohes Hinderniß wegſpringen können.

Ein Schritt kann im Durchſchnitte auf die Länge von zwei Fußen oder 65 Centimetern angenommen werden. Das ſchnellere Gehen, ſo wie das Laufen, bringt nicht durch Verlängerung der Schritte, ſondern vielmehr durch Beſchleunigung derſelben eine bedeutende Zeiterſparniß bei gleicher Diſtanz. Man hat berechnet, daß der franzöſiſche Soldat bei gewöhnlichem Marſchiren 76 Schritte in der Minute macht, während der Geſchwindſchritt 100 und der Sturmſchritt 116 Schritte in der Minute zählt. Bei der preußiſchen Armee dürften des dort eingeführten unnatürlichen Hahnenſchrittes wegen dieſe Verhältnißzahlen etwas geringer ausfallen. Es ergiebt ſich daraus, daß der Soldat im gewöhnlichen Schritte etwa zwei und einen halben Fuß in der Secunde zurücklegt, während er im Sturmſchritte etwa drei und einen halben Fuß in der Secunde durchmißt. Geübte Läufer ſollen vierzehn, andere ſogar ſelbſt dreißig Fuß in der Secunde zurückgelegt haben, eine Schnelligkeit, welche faſt denen der beſten Pferde gleichkommt. Es iſt leicht einzuſehen, daß die Bewegungen bei ſolcher Schnelligkeit in anderer Weiſe ausgeführt werden müſſen, als bei den oben angeführten Normalverhältniſſen; daß die Schwingung des Beines namentlich in gar keinen Betracht kommen kann und durch Muskelthätigkeit erſetzt werden muß, indem die durch Pendelſchwingung erforderliche Zeit viel zu lange dauern würde. Indeſſen läßt ſich aus der genaueren Betrachtung

des Fußes zeigen, daß der Menſch in der That nicht zu langem Laufen beſtimmt iſt, weshalb man auch keine Lebensthätigkeit oder Profeſſion findet, welche auf eine ſolche Bewegung gegründet wäre.

Es würde zu weit führen, wollten wir die übrigen Bewegungen des Menſchen eben ſo behandeln, wie das Gehen. Indem wir dieſe am Vollſtändigſten unterſuchte combinirte Bewegung auswählten, wollten wir nur zeigen, in welcher Weiſe ſolche Combinationen geſchehen, und wie der Wille noch einen bedeutenden Einfluß auf dieſelben üben kann, indem er im Stande iſt, jedes einzelne Moment derſelben zu modificiren. Es giebt indeſſen gewiſſe Bewegungscombinationen, über welche wir nur bis zu einem gewiſſen Grade Herr ſind; dahin gehören unter andern die Athem- und Schluckbewegungen. Wir können länger oder kürzer, tiefer oder oberflächlicher athmen, den Athem anhalten oder beſchleunigen, ganz nach unſerem Belieben, ſo gut als wir gehen oder laufen, ſpringen oder hüpfen können; allein es iſt uns unmöglich, durchaus den Athem anzuhalten, alle Athembewegungen aufzuheben, und wenn es nur auf wenige Minuten wäre. Nach kurzem Anhalten des Athmens tritt Beängſtigung, Herzklopfen, Zittern der Glieder ein, und wenn auch der Wille ſich noch ſo ſehr dagegen ſträubte, er wird überwunden und ein Athemzug vollbracht, der wieder friſch die Reſpiration bethätigt. Eben ſo verhält es ſich mit den Schluckbewegungen. Dieſelben ſind durchaus freiwillig; wir können ſchlucken, wenn wir wollen; wenn aber ein Biſſen in die hinteren Theile des Rachens gelangt iſt, ſo mag man ſich anſtellen wie man will, man muß unwillkürlich ſchlucken.

Die Emancipirung einzelner Bewegungen vom Willen bleibt indeß nicht bei der theilweiſen Befreiung ſtehen, die wir an den eben angeführten Beiſpielen ſahen, ſondern ſie geht noch weiter. Es giebt im Körper eine ganze Reihe von Bewegungen, die der Herrſchaft unſeres Willens entzogen ſind. Die Bewegungen des Herzens, der Gedärme, der ausführenden Gänge der Drüſen gehören zu dieſer Klaſſe der unwillkürlichen Bewegungen, welche

auch meiſt durch eigenthümliche, ſogenannte glatte Muskelfaſern bedingt werden. Das Herz beſitzt noch Muskelfaſern mit quergeſtreifter Scheidenhülle; der Darm hingegen, die Drüſengänge zeigen nur einfache Primitivfäden, welche nicht bündelweiſe in Scheiden eingehüllt ſind und deshalb auch keine Querſtreifen zeigen. Wir haben ſchon oben geſehen, daß dieſe Bewegung in Folge der eigenthümlichen Stellung des ſympathiſchen Nervenſyſtemes auch in ganz beſonderen Beziehungen zu dem Centralnervenſyſteme und den peripheriſchen Ausſtrahlungen deſſelben ſteht. In der regelmäßigen Fortſetzung der wurmförmigen Bewegungen von oben nach unten, der Zuſammenziehungen des Herzens von den Vorhöfen nach den Kammern, muß man ähnliche nothwendige Combinationen erkennen, wie diejenigen, welche wir ſo eben bei den willkürlichen Muskeln erwähnten.

Durch die tanzenden Tiſche und die Klopfgeiſter iſt man in der neueſten Zeit auf eine Reihe von Erſcheinungen aufmerkſam geworden, die lediglich von der Thätigkeit des Muskelſyſtemes abhängen. Der Wille übt auf die Muskeln einen ähnlichen Einfluß, wie der galvaniſche Strom : er dient als Reiz, um eine Zuckung hervorzubringen. Eine jede ſtetige Bewegung, die wir auszuführen haben, ein jedes Verharren in irgend einer Muskelzuſammenziehung beruht eigentlich nur auf einer Reihe kleinerer Zuſammenziehungen, deren Spielraum die von uns ſelbſt geſetzte Grenze nicht überſchreitet. Die dauernde Contraction eines Muskels oder einer Muskelgruppe läßt ſich demnach mit dem Starrkrampfe vergleichen, der in Folge der Einwirkung einer electriſchen Rotationsmaſchine oder eines Magnetelectromotors deshalb eintritt, weil die einzelnen electriſchen Schläge, die eine Zuckung veranlaſſen, zu ſchnell auf einander folgen, um eine zwiſchenliegende Erſchlaffung zu geſtatten. Die dauernde Zuſammenziehung eines Muskels iſt ebenfalls nur eine Summirung ſolcher in ſehr geringer Zeit auf einander folgender Willensſtöße, welche keine zwiſchenliegende Erſchlaffung aufkommen läßt. Man kann ſich hiervon auf das Deutlichſte überzeugen, wenn man nur die Zuſammenziehung ſo lange anhalten läßt, daß Ermüdung

eintritt. Die Reizbarkeit der Muskeln, die Leitungsfähigkeit der Nerven, vielleicht auch die Empfänglichkeit derjenigen Hirnſtelle, von welcher der Willensanſtoß ausgeht, erſchöpfen ſich allmählich, und ſtatt des anhaltenden Starrkrampfes treten gewiſſermaßen Wechſelkrämpfe ein. Die einzelnen Willensſtöße werden langſamer, der Muskel antwortet langſamer darauf; dieſelbe Bewegung, die früher ſtetig war, wird zitternd, unſtet und zeigt deutlich ihre Zuſammenſetzung aus einzelnen Contractionen. Bei noch ſtärkerer Ermüdung bedarf es einer Ueberwindung des Willens, um dieſe Wechſelzuſammenziehungen zu heben. Die Willen erzeugende Hirnſtelle kommt in einen Zuſtand krankhafter Ueberreizung.

Die Anwendung dieſer unmerklichen, in geringen Zeitfolgen raſch ſich folgender Bewegungen auf ein günſtiges Kraftmoment, indem man die Contractionen mehrerer Perſonen ſummirt, liegt bei unerfahreneren Tiſchdrehern der Erſcheinung zu Grunde. Man muß hier mit ausgeſpreizten Händen, in unbequemer Stellung ſo lange warten, bis die erſte Periode der Ermüdung, die zeitlich wahrnehmbaren Muskelſtöße eintreten. Das Schließen der Kette durch Berührung der Finger und die übrigen Vorſichtsmaßregeln dienen nur dazu, durch Häufung der Unbequemlichkeiten und durch Feſſelung der Aufmerkſamkeit dieſe Periode ſchneller herbeizuführen. Die Uebertragung dieſer kleinen Kräfte auf den Tiſch zur Erzeugung eines mechaniſchen Kraftmomentes iſt jetzt zu genau nachgewieſen, als daß es in dieſer Beziehung weiterer Ausführung bedürfte.

Hierzu kommt noch, und namentlich bei Erfahrenen und Geübten, ein zweites Moment : die unbewußte Herrſchaft unſeres Willens über unſere Bewegungen, der erſte Grad einer Kette von Erſcheinungen, die auf ihrem Endpunkte an dem Schlafwandeln ankommen. Jeder feſte Willensvorſatz übt einen ſolchen Einfluß aus, daß er auch unbewußt die Bewegungen in gewiſſer Weiſe beherrſcht. Je nervenſchwacher, reizbarer die Perſonen ſind, deſto leichter tritt dieſer unbewußte Willenseinfluß hervor, und ihm iſt es zu verdanken, daß die Tiſche durch Klopfen Vor-

ſtellungen und Gedanken von Perſonen, welche betheiligt ſind, in für Laien überraſchender Weiſe kund geben. Darum iſt es jetzt eine feſtgeſtellte Thatſache, daß die Tiſche nur in ſolchen Sprachen reden und Antwort geben, welche von den Anweſenden oder wenigſtens Einem der Anweſenden verſtanden werden; daß ſie aber ſtumm bleiben oder nur ſinnloſe Buchſtaben abklopfen, wenn ſie in deutſcher Geſellſchaft ruſſiſch oder arabiſch antworten ſollen.

Dies die einfachen Gründe der Erſcheinungen, auf welche geſtützt unſägliche Narrheit aufs Neue den Weg durch die ganze Welt gemacht und damit den Beweis geliefert hat, daß der Unverſtand und die Unfähigkeit, Thatſachen als ſolche aufzufaſſen und ihrem Weſen nach zu unterſuchen, noch immer bei dem Menſchengeſchlecht vorwiegen und den Hemmſchuh der weiteren Entwickelung bilden. Auch bei dieſer Gelegenheit hat man ſich wieder überzeugen müſſen, daß der Aberwitz deſto weiter ſich verbreitet und deſto längere Geltung behält, je weiter er ſich von jeder vernünftigen Grundlage entfernt, und daß der Grundſatz des heiligen Auguſtin „credo, quia absurdum“ noch immer die unbewußte Richtſchnur der auf verfehlter Grundlage Erzogenen bildet. Von den Betrügereien, die bei all dieſen kleinen Familiencomödien mit unterlaufen, und die um deſto ſicherer geübt werden, je weniger erſtaunte und betroffene Verwandte ſich vor ihnen in Acht nehmen, will ich ganz ſchweigen. Meiner Erfahrung zufolge ſind es junge, in der Geſchlechtsentwickelung begriffene Mädchen, welche die ausgezeichnetſten „Media“ für ſolche Farcen bilden. Man braucht aber nur einigermaßen in der Geſchichte der mediciniſchen Täuſchungen und auch in der gerichtlichen Medicin bewandert zu ſein, um zu wiſſen, welch unerſchöpflicher Schatz von Eſpièglerie auch in den unſchuldigſt erſcheinenden Mädchen dieſes Alters verſchloſſen iſt.

Zum Schluſſe dieſes Briefes ſei noch kurz einer eigenthümlichen Erſcheinung erwähnt, deren Exiſtenz eigentlich nur bekannt iſt, ohne daß wir uns einen Begriff von ihrem Nutzen machen könnten. Ich meine die ſogenannte Flimmer- oder Wimperbewegung.

Fig. 59.

Isolirte Flimmerzellen. a. b. Kegelförmig; c. verlängert, kurzgeschwänzt; d. langgeschwänzt mit zwei Kernen.

Die Schleimhaut der Nase, der Luftröhre, der inneren weiblichen Geschlechtstheile ist beim Menschen von einer eigenthümlichen Lage einer Oberhaut überzogen, die aus kleinen Zellen besteht, deren jede mehrere unendlich kleine Wimperhaare trägt, welche in beständig schwingender Bewegung sind. Nur die Zerstörung der Zelle oder der Wimpern hemmt die Bewegung, jeder andere Einfluß ist unwirksam; sie hängen weder von dem Nervensysteme, noch von dem Kreislaufe ab; die Wimpern abgeschabter, isolirter Zellen flimmern so lange fort, bis die Zelle sich zu zersetzen anfängt. In dem Thierreiche ist diese Erscheinung ungemein weit verbreitet, und man kann wohl sagen, daß um so mehr Oberflächen des Thieres flimmern, je tiefer das Thier selbst in der Reihe steht. Das Phänomen ist indeß nicht blos auf das Thierreich beschränkt; die Samenkörner oder Sporen der meisten niederen Wasserpflanzen, der Algen und Tange besitzen ebenfalls einen Ueberzug von Flimmerhaaren, womit sie sich sehr behende im Wasser nach allen Richtungen hin bewegen, und zwar in einer Art bewegen, daß die Zweckmäßigkeit und man möchte fast sagen die Willkürlichkeit dieser Bewegungen kaum in Abrede zu stellen ist. Die willkürliche Bewegung mittelst eigener Bewegungsorgane war bisher das letzte Criterium für den Unterschied zwischen Thieren und Pflanzen in jenem Bereiche der niedersten Geschöpfe, wo die beiden sonst so verschiedenen Typen der organischen Wesen einander die Hand zu reichen scheinen; die Beobachtungen der letzten Zeit haben dieses früher so leicht erfaßliche Kennzeichen untauglich gemacht. Es ist wahrlich unmöglich, an den Bewegungen allein zu unterscheiden, ob man die Spore einer Alge oder ein grünes Infusions-

thierchen vor ſich habe; erſt wenn man die Algenſpore ſich ſetzen und fadenartig verlängern ſieht, erſt dann erkennt man ihre pflanzliche Natur. Das Beiſpiel des größten Infuſorienkenners unſerer Zeit beweist, wie unmöglich die aus der Bewegung entnommene Unterſcheidung iſt. Sein Buch wimmelt von pflanzlichen Organismen, die als Thiere beſchrieben ſind.

Bei vielen niederen Thieren iſt die Flimmerbewegung das einzige Bewegungsmittel; bei anderen bewegt ſie die Nahrungsmittel im Innern des Darmes, das Blut im Innern der Gefäße. Auch bei dem Menſchen muß auf der Oberfläche der flimmernden Schleimhäute ein beſtändiger Strom ſtattfinden, da die Wimperhaare, welche ſich auf einer Membran befinden, nach derſelben Richtung hin ſchlagen. Man hat geglaubt, daß dieſer Strom die Beförderung des Schleimes nach außen übernehmen könne, daß er auf anderen Häuten durch Beförderung von außen nach innen beſondere Zwecke erfülle; allein es hat ſich gezeigt, daß er meiſt in entgegengeſetzter Richtung lief, als man vorausſetzte. Bis jetzt kann man nicht einmal eine Vermuthung haben, weshalb die Natur einzelne Schleimhäute mit ſolcher Flimmerbewegung verſehen habe und andere nicht; der Zweck derſelben iſt uns gänzlich unbekannt.

Siebzehnter Brief.

Die Stimme und Sprache.

Die Veredlung des Menschengeschlechtes, seine selbstständige Fortbildung ist einzig möglich gemacht worden durch die Fähigkeit, mittelst der Sprache die Gedanken mittheilen zu können, welche dadurch Gemeingut Aller werden müssen, während sie bei den Thieren größtentheils auf den Besitz des Individuums eingeschränkt, mit der Vernichtung desselben untergehen und keinen weiteren Einfluß auf die Veredlung der Art ausüben. Ich will damit nicht behaupten, daß die Thiere nicht fähig seien, einander Mittheilungen zu machen, die mehr oder weniger umfassend sind, je nach dem Gesichtskreise ihrer Ideen; ich glaube im Gegentheile, daß die Sprache der Thiere kein leeres Spiel der Phantasie ist, sondern daß eine solche existirt, die aber etwa eben so beschränkt ist, als die Sprache der Cretins, welche nur fähig sind, die gewöhnlichsten Thatsachen und Vorkommnisse einander durch gewisse articulirte Töne mitzutheilen. Hund Scipio und Braganza sind Schöpfungen der Phantasie; wenn aber Jagdhunde mit einander jagen gehen, erst eine Zeitlang gesenkten Kopfes neben einander hertrotten, dann plötzlich sich trennen und nun der eine schnurstracks nach einem bekannten Wechsel läuft, während der andere im Walde sucht und den Hasen nach dem Orte hintreibt, wo sein Kamerad wartet — will man dann läugnen, daß Verabredung zwischen den Hunden stattgefunden und beide überein

gekommen ſind, der eine zu jagen und der andere an beſtimmter Stelle zu warten?

Die Beobachtungen Huber's über die Ameiſen namentlich haben nachgewieſen, daß dieſe intelligenten Thierchen eine Zeichenſprache haben, die gewiß eben ſo ausgebildet und vollſtändig iſt, als die Zeichenſprache der Taubſtummen. Die Töne, welche viele Thiere von ſich geben, ſind durchaus den verſchiedenen Lebenszwecken angepaßt. Hier dienen ſie als Warnung, dort als Lockung, ſo daß eine vollſtändige Reihe von Empfindungen und Seelenzuſtänden mitgetheilt werden kann. Wir verſtehen meiſt dieſe Zeichen- und Tonſprache nur deshalb nicht, weil wir durch längeren Umgang und genauere Analyſe der einzelnen Zeichen und ihrer Folgen uns nicht daran gewöhnt haben, ihre Bedeutung aufzufaſſen. Der Fremde, der in ein Taubſtummeninſtitut eintritt, iſt ebenfalls unfähig, die Unterhaltung der Zöglinge zu begreifen, die dem Lehrer vollkommen geläufig iſt. Faßt man die Entwickelung der Sprache und der entſprechenden Schriftzeichen, ſo wie ſie uns hiſtoriſch vorliegen, oder die Ausbildung bei dem Kinde von der Geburt an ihren verſchiedenen Phaſen nach zuſammen, ſo unterliegt es keinem Zweifel, daß in der Thierwelt eine durchaus ähnliche Stufenfolge der Mittel zur Gedankenmittheilung exiſtirt, die aber nur auf einem weit tieferen Punkte, auf demjenigen der Geberdenſprache oder der einfachen Lautſprache ſtehen bleibt, in Uebereinſtimmung mit den geringeren geiſtigen Fähigkeiten der Thiere. Die Sprache des Menſchen iſt deshalb eben ſo wenig ein abſoluter, in dem Bau des Kehlkopfes bedingter Vorzug, als Malerei und Bildhauerkunſt ein in der Ausbildung der Hand begründeter Vorzug ſind. Es giebt überhaupt keine einzige Function des menſchlichen Körpers und ſomit auch keine einzige Eigenſchaft des Geiſtes, die dem Menſchen allein zukäme und die ihn abſolut von allen anderen Geſchöpfen unterſcheiden könnte. Die Ueberlegenheit des Menſchen beruht in der zweckmäßigen Vereinigung der Fähigkeiten und der weiteren Höherbildung der thieriſchen Grundlage.

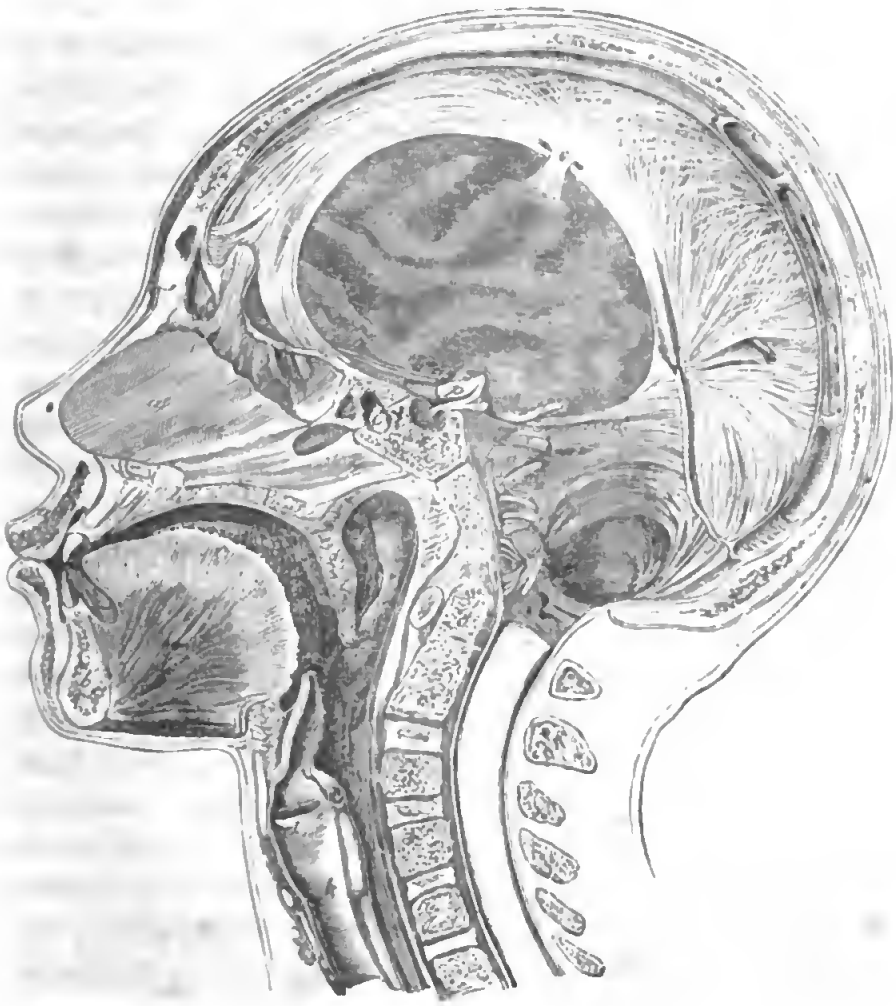


Fig. 60.

Durchſchnitt des Kopfes, um die Stimmorgane zu zeigen. a. Lippe. a'. Naſenſcheidewand. b. Knöcherner Gaumen. c. Zunge. d. Weiches Gaumenſegel. e. Zäpfchen. f. Hintere Naſenöffnung. g. Rachenhöhle. h. Kehldeckel. i. Stimmritze. k. Schildknorpel. l. Schlund.

Das Organ der Stimmbildung iſt der Kehlkopf, den das gewöhnliche Leben auch mit dem Namen des Adamsapfels belegt. Bei Männern bildet er meiſt einen deutlichen Vorſprung an der vorderen Seite des Halſes, und die Tradition behauptet, Adam habe bei dem bekannten Apfelbiß ſich heftig gegen das Zureden

Eva's gesträubt, bis diese endlich ihm den Apfel halb mit Gewalt in den Mund gestopft habe, wobei ihm der Krutzen in die Luftröhre gerathen und dort stecken geblieben sei. Der Kehlkopf bildet den oberen Theil der Luftröhre; durch eine Längsspalte, die sogenannte Stimmritze, öffnet er sich in dem hinteren Theile des Rachens an der Wurzel der Zunge in die Rachenhöhle. Blickt man bei geöffnetem Munde, während man die Zunge mittelst eines Löffelstiels tief niederdrückt, in den Spiegel, so erblickt man im Hintergrunde der Mundhöhle auf beiden Seiten zwei spitzbogenartig gewölbte häutige Vorsprünge, die Gaumenbogen, welche Coulissen gleich nach der Mitte hin vorgeschoben und wieder zurückgezogen werden können. Von dem Dache der Mundhöhle herab senkt sich ein häutiger Vorhang mit einer mittleren beweglichen, hakenartigen Verlängerung, das Gaumensegel mit dem Zäpfchen. Alle diese im Hintergrunde der Mundhöhle angebrachten Gebilde schließen dieselbe bei geschlossenem Munde meist förmlich nach hinten ab, und hinter ihnen findet sich eine geräumige Höhle, die Rachenhöhle, in welche die Luftröhre durch die Stimmritze des Kehlkopfes, der Schlund und die Nasenhöhle durch ihre hinteren Oeffnungen einmünden. In diesem Punkte kreuzen sich mithin die beiden Wege für die Luft einerseits und die Nahrungsmittel anderseits. Der normale Weg für die Ein- und Ausathmung geht durch die Nase, den Kehlkopf, die Luftröhre; der normale Weg für die Nahrungsmittel durch Mund, Schlundkopf und Schlund. Während demnach bei ruhigem Athmen der Luftzug durch die beweglichen Gaumengebilde von dem Nahrungswege abgeschnitten ist, findet sich über der Stimmritze ein klappenartiger Deckel, der Kehldeckel oder die Epiglottis, durch welche beim Hinabschlingen der Speisen die Stimmritze verdeckt und somit der Luftweg geschlossen werden kann, während die Speisen an seiner Oeffnung vorbei in den Schlund gleiten, welcher hinter der Luftröhre sich öffnet. Bei dem Bilden artikulirter Töne endlich stehen beide Wege in ihrem vorderen Theile offen, und die beweglichen Gaumentheile, die Zunge und der Mund, nehmen den lebhaftesten

Antheil an der Bildung und Modificirung einzelner Töne und Buchſtaben. Vor allen Dingen wird es nöthig ſein, die Bedingungen zu unterſuchen, welche der Tonbildung zu Grunde liegen, und dann erſt nachzuforſchen, inwiefern die gebildeten Töne bei der Sprache benutzt werden.

Den Kehlkopf bildet das obere angeſchwollene Mundſtück der Luftröhre, die durch ihre elaſtiſchen Knorpelringe beſtändig offen erhalten wird. Aus mehreren beweglichen Knorpeln zuſammengeſetzt, welche durch vielfache Bänder zuſammengehalten, durch Muskeln ſowohl einzeln gegen einander, als auch in ihrer Geſammtheit bewegt werden können, bietet der Kehlkopf ein äußerſt veränderliches bewegliches Organ dar, deſſen phyſikaliſche Verhältniſſe nur äußerſt ſchwer dem Verſuche zugänglich waren. Erſt der Scharfſinn und die Ausdauer neuerer Beobachter haben über dieſe Schwierigkeiten triumphiren und uns ein, freilich auch jetzt noch unvollſtändiges Bild der an dem Kehlkopfe ſtattfindenden Thätigkeiten aufſtellen können.

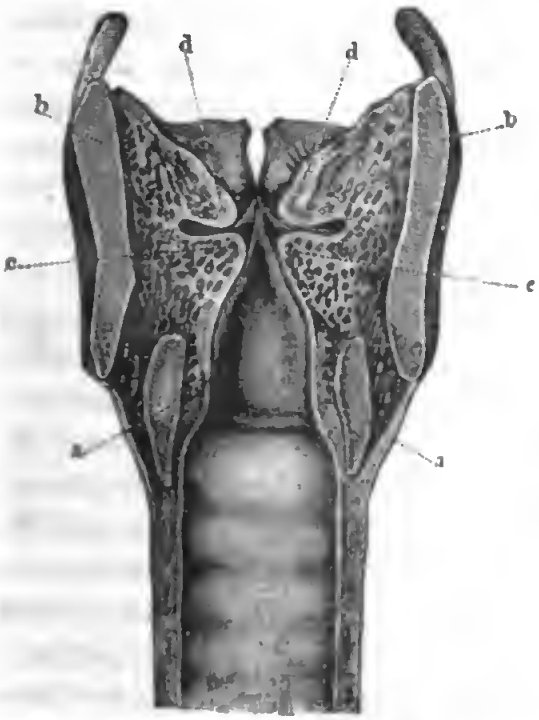


Fig. 61.

Senkrechter Querſchnitt des Kehlkopfes, ſo geführt, daß man in die vordere Hälfte hineinſieht.

a. Durchſchnitt des Ringknorpels, b. des Schildknorpels, c. der unteren, d. der oberen Stimmbänder.

Auf dem letzten Ringe der Luftröhre ſitzt ein vollſtändiger feſter Knorpelring, der Ringknorpel, der vorne nur ſchmal iſt, hinten aber breit wird, ſo daß er etwa wie ein großer Siegelring ſich darſtellt, bei welchem die breite Fläche des Siegels der Wirbelſäule und dem Schlunde zugekehrt iſt, während die ſchmale Handfläche nach außen ſchaut. Auf dieſem Ringe ruht vorne ein großer, winkelförmiger Knorpel, aus zwei unregelmäßig dreieckigen ſeitlichen Stücken beſtehend. Dies iſt der Schildknorpel, und die vordere Kante, in welcher ſich ſeine beiden flügelartigen Seitenhälften vereinigen, bildet jenen Vorſprung am Halſe der Männer. An der hinteren Seite dieſer Flügel, zwiſchen ihnen und dem breiten Theile des Ringknorpels, finden ſich zwei kleine, äußerſt bewegliche Knorpel, die Gießkannenknorpel, welche ſo nach oben den Kehlkopf zurunden. Ueber dem Schildknorpel endlich ſteht aufrecht der zungenartig geſtaltete Kehldeckel, der nach hinten überklappen und die obere Oeffnung des Kehlkopfes, die Stimmritze, ſchließen kann.

Die hauptſächlichſten Organe der Tonbildung ſind zwei faſerig elaſtiſche Bänder, welche von hinten nach vorn zwiſchen den Gießkannenknorpeln einerſeits und der inneren Wand des Schildknorpels ſo ausgeſpannt ſind, daß ſie eine mittlere, mehr oder minder weite Spalte zwiſchen ſich laſſen. Dieſe elaſtiſchen Bänder ſind die unteren Stimmbänder, ohne deren Mitwirkung kein Ton entſtehen kann. Betrachtet man den Kehlkopf von unten her, nachdem man ihn von der Luftröhre losgetrennt hat, ſo ſieht man die Höhlung des Ringknorpels oben geſchloſſen durch den feinen Spalt der Stimmritze (ſ. Fig. 62 u. 63, S. 439), welche zwiſchen den unteren Stimmbändern liegt; in ähnlicher Weiſe zeigt ſich die Stimmritze von oben, ſobald man den Kehldeckel zurückgebogen und die ſogenannten oberen Stimmbänder entfernt hat, welche indeſſen nur Haltbänder ſind und zur Erzeugung der Töne in keiner Weiſe beitragen. Schneidet man bei einem lebenden Thiere ein Loch in die Luftröhre oder in den Ringknorpel unterhalb der Stimmbänder, ſo daß die ausgeathmete Luft nicht mehr durch die Stimmritze, ſondern durch die künſt-

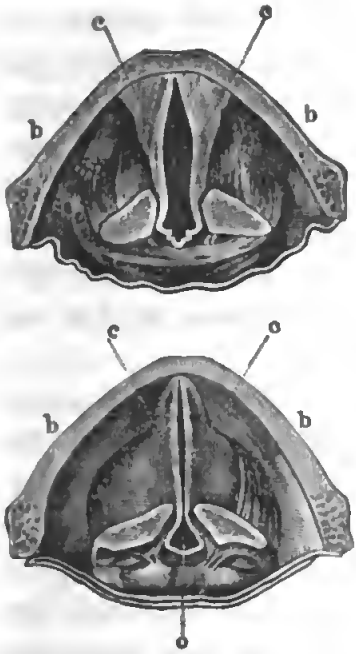


Fig. 62 u. 63.

Horizontale Querſchnitte des Kehlkopfes zwiſchen oberen und unteren Stimmbändern geführt und von Oben geſehen, Fig. 62 bei geöffneter, Fig. 63 bei geſchloſſener Stimmritze. b. Durchſchnitt des Schildknorpels, c. untere Stimmbänder, o. die zum Athmen offen bleibende Stelle der Stimmritze, daneben die Gießkannenknorpel, durchſchnitten.

liche Oeffnung entweicht, ſo iſt jede Hervorbringung von Tönen unmöglich; — ſobald man das Loch aber mit dem Finger ſchließt und ſo die Luft zwingt, von neuem die Stimmritze zu durchſtrömen, werden auch wieder Töne erzeugt. Verſuche an Thieren, ſo wie Beobachtungen an Selbſtmördern, deren Schnitt an dem Halſe zu hoch angebracht war, führten ebenfalls zu dem Reſultate, daß die Tonbildung nur durch die Stimmbänder geſchehe. Man hat öfter ſolche Unglückliche behandelt, welche unmittelbar über dem Schildknorpel oder an deſſen oberem Theile den Schnitt geführt und den Kehldeckel oder gar die obere Hälfte des Schildknorpels abgetragen hatten, ſo daß die Stimmbänder frei gelegt waren. Tonbildung war dann nach wie vor möglich, und nur wenn die Stimmbänder ſelbſt verletzt waren, zeigte ſich vollkommene Stimmloſigkeit.

Aus dieſen Thatſachen ſchon geht hervor, daß die Luftröhre mit dem Ringknorpel eine Röhre darſtellt, deren oberes Ende durch eine Ritze gebildet wird, an welcher zwei elaſtiſche Bänder angebracht ſind, die mehr oder weniger geſpannt werden können und die beim Blaſen durch die Röhre (Ausathmen) den Ton

hervorbringen. Das ſtimmbildende Organ ſtellt demnach eine Zungenpfeife dar, in welcher die Töne durch Schwingungen häutiger elaſtiſcher Zungen hervorgebracht werden und deren Anſprachrohr die Luftröhre iſt. Die über den ſchwingenden Zungen, den Stimmbändern, gelegenen Theile, nämlich die weichen Theile des oberen Kehlkopfes, Kehldeckel, Rachen-, Mund- und Naſenhöhle, bilden ein mannichfach complicirtes Anſatzrohr oder Verlängerungsrohr, in welchem theils durch Reſonanz der Ton verſtärkt, theils eigenthümlich modificirt wird.

Die verſchiedene Höhe und Tiefe der Töne, welche an dem Kehlkopfe hervorgebracht werden, hängt von verſchiedenen Bedingungen ab. Eine der weſentlichſten iſt die größere oder geringere Spannung der Stimmbänder und die dadurch bedingte Häufigkeit der Schwingungen, welche ſie in einer beſtimmten Zeit ausüben. Die Weite der Stimmritze hat auf die Höhe oder Tiefe der Töne keinen Einfluß; indeß iſt es doch nothwendig, daß die Stimmritze eine feine linienförmige Spalte von höchſtens einem Zehntel Zoll querem Durchmeſſer bilde. Iſt die Stimmritze weiter, als eine Linie, ſo entſteht kein Ton mehr, ſondern nur ein Röcheln und Raſſeln; die Luft brodelt zwiſchen den Stimmbändern durch, ohne daß ſie hinlänglich dieſelben in Schwingung verſetzen könnte, um einen wahren Ton zu erzeugen.

So wie aber der Ton einer ſchwingenden Saite dadurch erhöht werden kann, daß man ihre Länge verkürzt, ſo iſt dies auch mit den Stimmbändern der Fall. Je kürzer dieſe ſchon von Natur ſind, oder je mehr ſie am lebenden Kehlkopfe verkürzt werden, deſto mehr erhöht ſich der Ton. Auf dieſem Grunde ſchon beruht der Unterſchied zwiſchen den Tönen der männlichen Kehlköpfe einerſeits und denjenigen der Frauen und Kinder andererſeits. Die mittlere Länge der Stimmbänder des Mannes beträgt in der Ruhe $18^1/_4$ Millimeter, in der größten Spannung $23^1/_6$ Millimeter; beim Weibe zeigen die Stimmbänder in der Ruhe eine mittlere Länge von $12^2/_3$ Millimeter, in der größten Spannung $15^2/_3$ Millimeter. Bei einem Knaben von 14 Jahren verhielten ſich beide Maße in folgender Art : Länge in der Ruhe

10½ Millimeter, bei der größten Spannung 14½ Millimeter. Zu dem Unterſchiede zwiſchen den verſchiedenen Geſchlechtern und dem Kindesalter trägt dann noch die verſchiedene Geräumigkeit des Kehlkopfes, die Feſtigkeit ſeiner Wände, die Starrheit ſeiner Bänder bei. Der Kehlkopf des Mannes iſt weit größer, der Winkel, unter welchem die beiden Flügel des Schildknorpels in der Mittelkante zuſammenſtoßen, ſtärker, die Knorpel dicker und feſter, die Bänder ſtarrer. Daher dann auch die größere Unbeholfenheit in der ſchnellen Hervorbringung der Töne bei dem männlichen Geſchlechte, der tiefere Klang, die eigenthümliche Farbe der hervorgebrachten Töne. Beſonders die Starrheit der Bänder, Knorpeln und Muskeln ſcheint hier einen weſentlichen Einfluß zu üben, da die Singfertigkeit in geradem Verhältniſſe mit der Stimmhöhe ſteht, vorausgeſetzt, daß Uebung und Schule ſonſt gleich ſeien. Der Baſſiſt bedarf im Durchſchnitt mehr Zeit zur Hervorbringung einer Roulade, einer Tonfolge, als der Tenoriſt, und die Weiber ſind in dieſem Verhältniſſe weit mehr bevorzugt, als die Männer. Die Muſiker haben dies weit eher gewußt, als die Phyſiologen; die Baßſtimmen bewegen ſich meiſt in vollen Noten, während die Tenore Achtel anſchlagen und die Soprane Zweiunddreißigſtel trillern; und wenn zuweilen in komiſchen Opern ſcheinbare Ausnahmen vorkommen und zänkiſche Alte in raſchen Noten ſich vernehmen laſſen, ſo bleibt die Stimme meiſt auf demſelben Tone liegen und nur die Ausſprache zerſtückelt den langen Ton in viele einzelne.

Die elaſtiſchen Bänder, zu welchen eben die Stimmbänder gehören, haben indeß vor den Saiten, mit welchen ſie öfter verglichen wurden, noch ein Verhältniß voraus, wodurch der Ton, welchen ſie geben, erhöht oder erniedrigt werden kann. Bei ſonſt gleicher Spannung, die indeß nicht zu ſtark ſein darf, kann eine elaſtiſche Zunge zwei ſehr verſchiedene Töne geben, je nachdem ſie in ihrer ganzen Breite oder nur an ihrem Rande ſchwingt; in dem letzteren Falle iſt der Ton weit höher, heller als in dem erſteren Falle. Bei dem menſchlichen Stimmorgane iſt dieſe Eigenthümlichkeit der elaſtiſchen Bänder in Anwendung gezogen

und dadurch der Unterſchied der Bruſttöne und der Falſettöne bedingt. Beim Hervorbringen des Bruſttones ſchwingen die Stimmbänder in ihrer ganzen Breite und Länge in wellenförmigen Biegungen; bei dem Falſettone ſchwingt nur ihr innerſter Rand, ebenfalls in ſeiner ganzen Länge. Je ſtärker das Stimmband geſpannt iſt, deſto ſchwieriger iſt es in ſeiner ganzen Breite zum Schwingen zu bringen; mit zunehmender Spannung wird der ſchwingungsfähige Rand ſtets ſchmäler und ſchmäler, der Ton ſtets höher und höher. Wir können daher die oberen Töne unſerer Stimme nur mit dem Falſetregiſter, d. h. mit randlich ſchwingendem Stimmbande geben, während wir in den Mitteltönen einen gewiſſen Umfang von Tönen beſitzen, welche wir, je nach unſerer Abſicht oder Bequemlichkeit, entweder als Bruſtton oder als Falſetton anſprechen können. Singen wir die Tonleiter unſerer Stimme von ihren tiefſten Tönen an, wo die Stimmbänder in ihrer ganzen Breite ſchwingen, ſo geben wir die höheren Töne weit leichter mit der Bruſtſtimme, indem wir eben die Spannung nur nach und nach verſtärken, das Stimmband aber bis zur letzten Grenze in ſeiner ganzen Breite ſchwingen laſſen, um es dann in eine andere Stellung zu bringen, wo nur der Rand ſchwingt; fangen wir im Gegentheile die Tonleiter von oben an, mit nur randlich ſchwingenden Stimmbändern, ſo ſprechen wir gewiſſe Töne im Falſettone an, welche wir von unten auf im Bruſttone nahmen. Der Unterſchied des Jodelns von dem gewöhnlichen Singen beruht weſentlich auf dem ſchnellen Wechſel zwiſchen Bruſtregiſter und Falſetregiſter; der Jodeler giebt die meiſten Mitteltöne, welche ein anderer Sänger mit dem Bruſttone ſingt, mit dem Falſetregiſter an, und bei dem ſchärferen Klange der Falſettöne erſcheinen dieſelben im Gegenſatze zu den volleren Bruſttönen weit höher und der Abſtich bedeutender. Vielen Sängern iſt es unmöglich, zu jodeln, weil ihnen der ſchnelle Abſprung von Bruſtregiſter auf Falſetregiſter und umgekehrt nicht möglich iſt, und die meiſten Sänger wiſſen ſehr gut, in welcher Tonfolge ihnen ein hoher Ton gegeben werden muß, damit ſie ihn voll und tönend anſprechen können.

Eine letzte Möglichkeit der Erhöhung des Tones, welchen eine ſchwingende Zunge giebt, liegt in der Stärke des Windes, womit dieſelbe angeblaſen wird. Bei gleicher Spannung kann dadurch an den menſchlichen Stimmbändern der Ton im Umfange einer Quinte erhöht werden. Man ſieht leicht ein, daß dieſe Wirkung des Windes lediglich auf der durch ihn bedingten Spannung der Stimmbänder beruht. Je ſtärker die ausgeathmete Luft gegen dieſelben bläst, deſto mehr werden die Stimmbänder hervorgetrieben und bei ſonſt gleicher Stellung der ſpannenden Knorpel wie ein Segel ſtärker angeſchwellt und ſo ihr Ton erhöht. Es zeigt aber dies Verhältniß, daß das An- und Abſchwellen der Töne beim Singen nicht ſo einfach iſt, als manche Singlehrer ſich vorſtellen, ſondern daß es eines wirklichen Studiums und vieler Uebung bedarf, bis der Sänger denſelben muſikaliſchen Ton bei Veränderung ſeiner Stärke genau inne hält. Je mehr er den Ton verſtärkt durch heftigeres Ausathmen, deſto mehr muß er die Stimmbänder abſpannen, um die durch Verſtärkung des Windes bewirkte Erhöhung zu compenſiren. Nicht Jedem aber iſt es gegeben, dieſe beiden Kräfte ſtets in vollkommenem Gleichgewichte zu halten, und ſobald dies Gleichgewicht geſtört iſt, detonirt die Stimme beim Schwellen des Tones.

Durch verſchiedene Spannung der Stimmbänder läßt ſich allein ſchon ein Wechſel von Tönen im Umfange von etwa 2 Octaven bei gewöhnlichen Kehlköpfen hervorbringen. Der gewöhnliche Umfang einer Stimme beträgt 2, höchſtens $2^1/_2$ Octaven von Tönen, welche rein und muſikaliſch angegeben werden können; die meiſten Menſchen beſitzen noch einige Töne darunter oder darüber, welche entweder ſchreiend oder zu dumpf ſind, als daß ſie beim Geſange benutzt werden können. Ausgezeichnete Sänger und Sängerinnen erreichen einen weit bedeutenderen Umfang — daß es Jemand bis zu 4 Octaven gebracht habe, iſt nicht bekannt.

Wenn wir aus den Verſuchen an todten Kehlköpfen bis jetzt mit ziemlicher Genauigkeit die Bedingungen der Tonbildung

ermitteln konnten, ſo fehlen uns dagegen noch alle näheren Angaben über das Verhalten der höheren Theile des Stimmapparates, zum Geſange namentlich. Daß dieſelben den größten Einfluß auf die Tonfarbe, den Klang, die Fülle und Rundung des Tones haben müſſen, kann nicht in Abrede geſtellt werden; wir wiſſen aber nicht, welchen Beitrag der Kehldeckel, die Geräumigkeit der Rachenhöhle, der Naſenröhre, der Mundhöhle, die Bildung der Zunge, des Gaumens und der Lippen auf alle die Nebenverhältniſſe haben, welche dem Geſange erſt ſeine wahre Vollendung verleihen.

Die Sprache beſteht in der Benutzung der verſchiedenen Theile, welche mit den Luftwegen in Verbindung ſtehen, zu Geräuſchen oder Klängen, die von der Stellung dieſer Theile und dem durchſtreifenden Luftſtrome abhängen. Die Hervorbringung der Sprachtöne an ſich iſt durchaus unabhängig von dem Kehlkopfe und der Stimmritze. Man kann bekanntlich vollkommen deutlich und vernehmlich mit der Flüſterſtimme ſprechen, ohne daß ein muſikaliſcher Ton dabei hervorgebracht wird. Einem Taubſtummen gegenüber iſt es vollkommen gleichgültig, ob man laut und vernehmlich ſpricht, oder ob man nur flüſtert, indem man die Sprachwerkzeuge in beſtimmte Stellungen bringt. Wenn demnach ſelbſt neuere Forſcher aus der Anatomie des Kehlkopfes und der Anweſenheit einiger Muskelchen mehr an dem Kehlkopfe einer Affenart dieſer letzteren eine materielle höhere Bildung der Sprachwerkzeuge vindicirten, ſo zeigt dies nur, daß dieſe Herren über Sprachbildung ſelbſt noch nicht einmal nachgedacht hatten. Bei den Conſonanten betheiligt ſich der Kehlkopf und die Stimmritze niemals; bei den Vocalen treten dieſe Theile nur dann in Mitwirkung, wenn laut geſprochen wird; allein auch dann bringen ſie nur den muſikaliſchen Ton hervor, der erſt durch die verſchiedenen Modificationen des Mundnaſenrohres artikulirt und in einen Vocal umgewandelt wird. Die Stimmritze allein kann nie einen Vocal hervorbringen, ihre Schwingungen erzeugen nur den muſikaliſchen Ton; wäre dies nicht der Fall, ſo könnte man nicht jeden Vocal in jedem beliebigen Tone ſingen. Man wählt

freilich bei Singübungen meiſt das a; allein dies nur aus dem einfachen Grunde, weil das a eben eine bedeutende Oeffnung des Mundes und der Zahnreihen verlangt und deshalb den Ton in ſeiner größten urſprünglichen Reinheit läßt, während alle anderen Vocale mehr oder minder eine Verkleinerung der Mundſpalte, des Mundraumes oder der Gaumenhöhle verlangen, und dadurch den Ton mehr oder minder verhüllen und unklar machen. Nationen, welche das reine a in ihrer Sprache nicht beſitzen, weil ſie zu faul ſind, den Mund gehörig zu öffnen, wie z. B. die Engländer, beſitzen deshalb auch ſtets einen gequetſchten unangenehmen Geſang, deſſen ſie nur durch größte Anſtrengung ſich entledigen können.

Es würde zu weit führen, hier nachweiſen zu wollen, in welcher Weiſe die verſchiedenen Theile der Sprachwerkzeuge arbeiten, um die einzelnen Buchſtaben, ſeien es nun Vocale oder Conſonanten, hervorzubringen. Der einzige Unterſchied zwiſchen dieſen beiden Reihen von Buchſtaben beſteht darin, daß bei den erſteren die Stimmritze wirklich einen muſikaliſchen Ton hervorbringt, bei den letzteren aber nicht, und die Tonbildung, wenn eine ſolche vorhanden, in den vorderen Theilen der Sprachwerkzeuge geſchieht. Meiſt indeß können die Conſonanten nur als beſtimmte Geräuſche, bald durch dieſe, bald durch jene Organe hervorgebracht, aufgefaßt werden, und die Sprachen der civiliſirten Völker beſitzen nur ſolche Conſonanten, welche Geräuſche bilden. Bei geringeren Graden der Cultur werden indeß auch Schnalz- und Knalllaute mit den Lippen und der Zunge hervorgebracht, denen man den Charakter des Tones nicht verſagen kann, und man braucht wahrlich nicht zu den Hottentotten zu gehen, um ſolche Töne anwenden zu hören. Die Appenzeller Bauern ſchnalzen ſehr oft mit der Zunge, ſtatt Ja zu ſagen, und ich kann verſichern, daß ein ſolcher Schnalz nicht minder kräftig klingt, als ein guter Peitſchenknall.

Mit Ausnahme des h, welches nur ein plötzliches raſcheres Hervorſtoßen der Luftſtrömung bezeichnet, zeigen alle Conſonanten die Uebereinſtimmung, daß bei unveränderter Stellung des Zungen-

beines zum Kehlkopfe der Luftweg von der Stimmritze bis zur Mundöffnung irgendwo verengert wird, ſo daß die vorbeiſtrömende Luft ein Geräuſch bildet. Nach dem Orte der Verengerung kann man ſo die Conſonanten in drei Gruppen theilen: in der erſten, p, b, f, w, m umfaſſend, ſind es entweder die beiden Lippen, oder eine Lippe mit einer Zahnreihe, welche einen mehr oder minder vollſtändigen Verſchluß herſtellt. Bei der Gruppe d, t, s, sch, j, l, n und dem Zungen-r wird der mehr oder minder vollſtändige Verſchluß von dem vorderen Zungenende hervorgebracht, das ſich an die Zähne oder den vorderen harten Gaumen anlegt. Bei g, k, ch und dem Naſen-n, ſowie bei dem Gutturalen r wird der Verſchluß an dem hinteren Theil der Zunge, zwiſchen dieſem und den weichen Theilen des hinteren Gaumens hergeſtellt.

Der gegenſeitige Umſatz der verſchiedenen Vocale und Conſonanten, der Uebergang der einen in die anderen hat zu einer ganzen Wiſſenſchaft, der vergleichenden Sprachwiſſenſchaft, geführt, auf deren weiſer Benutzung gar viele unſerer Kenntniſſe über die Ausbreitung der verſchiedenen Stämme und Arten des Menſchengeſchlechts auf der Erde beruhen. Ich ſage, bei weiſer Benutzung; denn wenn man, auf die zufällige Aehnlichkeit einiger Laute geſtützt, die Neger aus einem gemeinſchaftlichen Stamme mit uns Kaukaſiern ableiten will; ſo ſtellen ſich ſolche Bemühungen ganz in dieſelbe Reihe mit denjenigen der Naturphiloſophen, welche den Menſchen aus dem Infuſorium conſtruirten. Man kann auch Aehnlichkeiten finden zwiſchen einem Kameel und einem Berge, und bei einiger Gewandtheit das Wort Verſtand von dem griechiſchen Nus ableiten. Die Sprache iſt das unmittelbare Erzeugniß des ſchöpferiſchen Geiſtes eines Volkes; ſie ſteht im engſten Zuſammenhange mit der Art und Weiſe ſeines Denkens, und wie der Einzelne, je nach der Eigenthümlichkeit ſeiner ganzen Individualität, ſich in dieſer oder jener Art auszudrücken pflegt, je nachdem ſeine Geiſtesbildung eine beſtimmte Richtung hat; ſo drückt ſich auch der Character und die Fortbildung eines Volkes weſentlich in den eigenthümlichen Zügen und dem Fortſchritte

ſeiner Sprache aus. Diejenigen Völker aber ſind unabweislich zur Sterilität verdammt, bei denen eine fremde Sprache ſich auf eine verſchiedene Nationalität gepfropft hat, bei welchen Character und Bildung in weſentlichem Widerſpruche mit ihrer Sprache ſtehen. Erſt wenn der Widerſpruch ſich in einem Miſchmaſche gelöst hat, erſt dann kann wieder eine eigenthümliche Richtung entſtehen. Wir ſehen dies deutlich in unſerem Europa, wo politiſche Verhältniſſe Manches anders geordnet haben, als es ſein ſollte. Die Engländer haben ſich aus dem Chaos ihrer Sprachmiſchung zu einem eigenthümlichen Idiome erhoben, deſſen Kürze und einförmige langweilige, tonloſe Modulation ihrem Character entſpricht, in welchem ſie mithin productionsfähig ſind; im Elſaſſe hingegen, wo franzöſiſch und deutſch noch im Kampfe liegen, und das eine von oben, das andere vom Kerne des Volkes aus genährt wird, kann nichts Rechtes aufkommen, weil ein Element das andere erſtickt. Solche Verhältniſſe hallen lange nach; — das Waadtland ſpricht franzöſiſch, bildet ſich franzöſiſch, will franzöſiſch ſein; aber trotz dem empfindet es deutſch, hat deutſche Art zu ſchließen und zu denken und wird deshalb ewig ſteril bleiben, weil eben die Sprache dem geiſtigen Bedürfniſſe nicht entſpricht. Wie unſinnig deshalb eine Univerſalſprache iſt, muß dem Befangenſten einleuchten. Sie würde dem Bedürfniſſe Niemandes entſprechen und bald wieder ſo gemodelt werden, wie der große indo-germaniſche Sprachſtamm ſeine Dialecte modelte: zu unabhängigen Sprachen, in deren Keimen nur der gemeinſchaftliche Urſprung erſichtlich iſt.

Physiologische Briefe

für

Gebildete aller Stände.

Physiologische Briefe

für

Gebildete aller Stände

von

Carl Vogt.

Dritte vermehrte und verbesserte Auflage.

Gießen, 1861.

J. Ricker'sche Buchhandlung.

Einleitung zur erſten Auflage.

Ein eigener Geiſt weht durch die Naturforſchung unſerer Tage. Wer ſo das Leben und Treiben innerhalb des großen Bienenhauſes in der Nähe anſieht, der erſtaunt ob des geſchäftigen Brummens, des raſtloſen Eifers der Arbeitenden, wie ſie Honig und Wachs von allen Seiten herzutragen, einander drängen und ſtoßen, oft ſogar ſich gegenſeitig ereifern und den Platz ſtreitig machen. Dort erobert ſich Einer eine Zelle, die er allein ausbauen will; hier führen ein paar Andere gemeinſchaftlich ein Stück Wabe aus; dieſe ſchwitzen als Handlanger, jene ordnen als Baumeiſter, und nirgends ſcheint noch für kommende Kräfte Raum. Und die Hälfte dieſer Zellen ſind ſchadhaft, die einen unausgebaut, die anderen verlaſſen, jene wieder übermäßig ausgedehnt und der Beſchauer mit Loupe und Vergrößerungsglas verliert ſich unter den Einzelheiten all; er weiß nicht, wohin das Gewirre und Getreibe führen ſoll und geht kopfſchüttelnd von dannen. In einiger Entfernung aber dreht er noch einmal ſich um und nun gewahrt er die künſtliche Anordnung der Waben, die ſinnige Benutzung des angewieſenen Platzes, die regelrechte Verfolgung eines gewiſſen, vorgeſteckten Planes. In ähnlicher Weiſe treiben die Naturwiſſenſchaften vorwärts. Anhäufung unendlichen Materials von allen Seiten her und Anerkennung

dieſes Strebens nach Mehrung unſerer poſitiven Kenntniſſe bilden den weſentlichen Theil der Förderungen, welche ſie erhalten; aber gewiſſe Zielpunkte geben ſich überall kund, nach welchen man ſtrebt, um welche man, als Centren, die Maſſen zu gruppiren ſucht. Gerade das Aufſtecken ſolcher Zielpunkte, das Ordnen der neu zu beginnenden Unterſuchung iſt es, welches das naturwiſſenſchaftliche Streben unſerer Zeit auszeichnet, und es kann nur der Ausdruck einer allgemein verbreiteten Ueberzeugung ſein, wenn ein berühmter Chemiker ſagt: „Jede naturwiſſenſchaftliche Arbeit, welche einigermaßen den Stempel der Vollendung an ſich trägt, läßt ſich im Reſultate in wenig Worten wiedergeben. Allein dieſe wenigen Worte ſind unvergängliche Thatſachen, zu deren Auffindung zahlloſe Verſuche und Fragen erforderlich waren; die Arbeiten ſelbſt, die mühſamen Verſuche und verwickelten Apparate fallen der Vergeſſenheit anheim, ſobald nur die Wahrheit ermittelt iſt; es ſind die Leitern, die Schachte und Werkzeuge, welche nicht entbehrt werden konnten, um zu dem reichen Erzgange zu gelangen; es ſind die Stollen und Luftzüge, welche die Gruben von Waſſern und böſen Wettern frei halten. Eine jede, auch die kleinſte Arbeit, wenn ſie auf Beachtung Anſprüche macht, muß heut zu Tage dieſen Charakter an ſich tragen; aus einer gewiſſen Anzahl von Beobachtungen muß ein Schluß, gleichgültig, ob er viel oder wenig umfaſſe, gezogen werden können."

Sind wir in der Phyſiologie ſo weit gekommen, daß wir dieſe Worte auch auf uns anwenden können? Haben wir die Geſetze des Lebens ſo weit erforſcht, daß wir ſagen können, wir beſitzen ſichere Reſultate? Die Antwort auf eine ſolche Frage iſt ſchwer. Bejahung könnte für Uebermuth, Verneinung für Mißachtung des Geſchehenen gehalten werden.

Die Aufgabe der Phyſiologie iſt verwickelter, als die irgend einer anderen Wiſſenſchaft. Iſt ja doch der Organismus an ſich, ſei er nun pflanzlich oder thieriſch, und vor Allem der letztere, das Meiſterſtück des ſchöpferiſchen Gedankens, und ſeine Exiſtenz, ſein Leben nur durch das Zuſammenwirken der mannichfachſten

Kräfte möglich. Die kunſtreiche Anordnung des menſchlichen Körpers im Aeußern wie im Innern, die Menge der verſchiedenen Organe, welche wir an ihm ſehen, das harmoniſche Ineinandergreifen ſeiner Muskeln, Gefäße und Nerven erſcheinen noch als rohe Verhältniſſe, wenn man mit dem Mikroſkope in die Geheimniſſe der Structur unſerer Körpertheile eindringt, wenn man die tauſend und aber tauſend Fäden unterſucht, aus denen ein einziger Muskel, eine dünne Sehne gewebt iſt, wenn die Millionen Kügelchen und Zellen der Oberhäute und Flüſſigkeiten vor das erſtaunte Auge treten, und in allen dieſen kleinſten Theilen, deren Einzelnheiten oft ſelbſt unſern vervollkommneten Inſtrumenten entgehen, eine Geſetzmäßigkeit des Baues, eine innere Zweckmäßigkeit erkannt wird, die bei dem Unterſucher, der ihr gegenüber tritt, nur das Gefühl ſeiner Ohnmacht zurücklaſſen kann. Es iſt wohl ſchon manchem begegnet, daß er kleinmüthig Meſſer und Loupe auf die Seite gelegt und ſeufzte: All unſer Streben iſt eitel und unſer Wiſſen Stückwerk!

Indeß wenn auch Einzelne unter den Schwierigkeiten gebeugt werden, ſo ſind dieſe doch für die Forſcher im Ganzen mehr Reize zu größeren Anſtrengungen. Nach allen Seiten hin ſieht man ſich um Hülfe in anderen Wiſſenſchaften um, und dieſe ſind dann auch nicht karg, ſie überall zu gewähren, wo ſie vernünftiger Weiſe gefordert werden kann. Es hat der Phyſiologie unendlich viel Schaden gebracht, daß ſie ſich abſchließen wollte, daß ſie behauptete, das Leben kenne die Geſetze der organiſchen Natur nicht; es könne nur aus ſich ſelbſt und durch ſich ſelbſt begriffen werden. Mit ſolchen Anſichten war ferneren Fortſchritten die Bahn abgeſchnitten, denn wo man auf eine unerklärliche Thatſache, eine räthſelhafte Erſcheinung ſtieß, da war gleich die Eigenthümlichkeit der Lebenskraft, das unerforſchliche Walten des organiſchen Lebens da, um die Wißbegierde aufzuhalten und ihr zu ſagen: begnüge dich damit, daß das organiſche Leben nur ſeine eigenen Geſetze kennt. Erſt ſeitdem man dieſe Richtung verlaſſen und angefangen hat, überall zuerſt die Erſcheinungen aus den analogen der anorganiſchen Natur zu erklären, und die

Geſetze, welche in dieſer letzteren gelten, auch in den Erſcheinungen des organiſchen Lebens aufzuſuchen ſich beſtrebt, erſt ſeit dieſer Zeit hat die Phyſiologie wahrhafte Fortſchritte in der Richtung gemacht, die wir oben bezeichneten. Und weit davon entfernt, in einen todten Mechanismus zu verfallen, wie man der neueren phyſiologiſchen Richtung ſo oft vorwarf, iſt ſie es gerade, welche uns zu der tiefſten Ehrerbietung vor den im organiſchen Reiche herrſchenden ſchöpferiſchen Gedanken zwingt. Wahrlich, wenn man dem Spiele der auf ſo einfache Art angewendeten Kräfte ſeine Aufmerkſamkeit widmet, wenn man ſieht, wie die Geſetze, welche die Bewegung des Weltalls und ſeiner Geſtirne regieren, auch bei unſeren Bewegungen ihre Anwendung finden, wie alle Reſſourcen, die nur erdacht werden können, mit unendlicher Weisheit an der Maſchine des Organismus angebracht ſind, dann wird man zur Verehrung des Planes hingeriſſen, der ſo folgerecht aus den einfachſten Urſachen die herrlichſten Wirkungen zu entwickeln vermag.

Dieſen einfachen Kräften und ihrem Spielraume in dem Organismus nachzuſpüren iſt die Aufgabe der Phyſiologie, der Lehre vom Leben. Zu ihrer Erforſchung wendet ſie theils die Beobachtung, theils den Verſuch an, und jeder Fortſchritt in den hülfreichen Doctrinen kann nicht ohne Rückwirkung auf die phyſiologiſche Wiſſenſchaft bleiben. Der Phyſik entlehnt ſie die Erklärung der Bewegungen, der Sinneseindrücke. Bei ihr findet ſie die Geſetze des Pendels, nach welchen unſere in Bewegung geſetzten Glieder ſchwingen; bei ihr die Statik des Hebels, auf welcher die Erklärung der Bewegung unſerer Knochen beruht. Bei der Phyſik holen wir uns Rath über die mechaniſche Seite des Kreislaufes, über die Thätigkeit des Herzens, der Gefäße; von dort aus erhalten wir unſere Reſultate über die optiſchen Geſetze des Auges, die akuſtiſchen Einrichtungen des Gehör- und Stimmorganes. Der Phyſik verdanken wir die wichtigen Thatſachen über die Anwendung des luftleeren Raumes bei der Conſtruction unſerer Gelenke. Die Chemie öffnet noch ein weiteres Feld der Unterſuchung. Verdauung und Aufſaugung, Ernährung,

Abſonderung und Athmung, alle vegetativen Prozeſſe im Allgemeinen, welche die Erhaltung des Individuums bezwecken, alle dieſe Prozeſſe gehören dem Chemiker als gemeinſchaftliches Gebiet an und können nur mit ſeiner Beihülfe erläutert und verſtanden werden.

Den bedeutendſten Einfluß indeß hat das morphologiſche Studium der Organismen. Anatomie und Phyſiologie gehen mit einander Hand in Hand; die eine kann keinen Schritt vorwärts thun, ohne daß ihn die andere mit macht. Allein nicht blos die äußeren Verhältniſſe der Lage, Geſtalt und Verbindung der Theile unter einander kann dem Phyſiologen genügen. Der ganze Körper muß nicht nur für ihn, wie für den guten Chirurgen, durchſichtig ſein, ſo daß er die Lage der Theile kennt, er muß den Körper auch in ſeinen kleinſten Theilen vergrößert vor Augen ſehen, um einem jeden Blutkörperchen auf ſeinem Wege folgen und einer jeden Nervenfaſer in ihren Schlingenzügen nachgehen zu können. Nur wenn er auf dieſem Punkte ſteht, nur dann kann er ſich zu wirklich freier Anſchauung der durch die morphologiſchen Verhältniſſe bedingten Umſtände erheben. Man hat das Mikroſkop viel und oft verdächtigt; man hat auf die Streitigkeiten hingewieſen, welche bei gewiſſen Unterſuchungen entſtanden, und namentlich diejenigen, welche keinen Begriff von dem Inſtrumente und ſeiner Behandlung hatten, ſchrieen am ärgſten ihr Verdammungsurtheil in die Welt hinein. Und dennoch wäre ohne dies unſchätzbare Inſtrument unſere ganze heutige Phyſiologie noch nicht einmal geboren, geſchweige denn in fröhlichem Wachsthum. Es giebt freilich nichts Vollkommenes auf Erden; allein wenn wir falſch ſehen, ſo liegt dies nicht an dem unſchuldigen Glaſe, ſondern an uns ſelbſt und an unſerer Interpretation des Geſehenen. Wie mancher bittere Streit iſt nicht über Dinge entſtanden, die nur mit den natürlichen Augen unterſucht waren und wo dennoch die größten Beobachtungsfehler mit unterliefen. Sollen wir deshalb unſere Augen als unbrauchbar ausreißen oder wegwerfen?

Nicht minderen Eifer, als das Mikroſkop unter den älteren Bekennern der Wiſſenſchaft, haben oft die phyſiologiſchen Verſuche in dem Publikum erregt, und es gibt wohl wenig Univerſitätsſtädte, wo nicht der Profeſſor der Phyſiologie die Angriffe der Anti-Thierqualvereine oder ihrer ſtillſchweigenden Verehrer auszuhalten gehabt hätte. Der phyſiologiſche Verſuch iſt der nothwendige Prüfſtein unſerer Anſichten, und die Gewandtheit im Experimentiren, die ein weſentliches Bedingniß für das Gelingen des Verſuches iſt, wird nur durch häufige Uebung errungen. Die Anſtellung von Verſuchen und Viviſectionen iſt demnach dem wiſſenſchaftlich thätigen Phyſiologen eben ſo unbedingt nöthig, als dem Aſtronomen das Betrachten des Himmels. Freilich hat man dieſes Bedürfniß an einigen Orten ins Luxuriöſe getrieben; wohl mancher wird ſich erinnern, gewiſſen Vorleſungen in Frankreichs Hauptſtadt beigewohnt zu haben, wo nach der Stunde der Profeſſor von Dutzenden verſtümmelter Thierleiber umgeben war und wo die Stärke des Beweiſes nach der Zahl der Schlachtopfer, die er gekoſtet, abgeſchätzt wurde. Wir haben uns glücklicher Weiſe in Deutſchland von ſolchen Extremen fern gehalten und wir benützen als Herren der Schöpfung unſer Recht oder Unrecht über die Thiere mit mehr Mäßigung. Nichts deſto weniger erkennen wir, namentlich für die nur während des Lebens ſtatthabenden Prozeſſe der Nervenwirkungen und des Blutlaufes, den Verſuch, die Section und die Unterſuchung lebender Thiere als eine unentbehrliche klare Quelle unſerer Kenntniſſe an.

Zwar ſpringt uns eine ſolche auch in der Pathologie, in der Betrachtung der krankhaften Zuſtände des menſchlichen Körpers; — allein leider fließt ſie meiſt nur trübe. Man ſollte glauben, es ſei nichts leichter, als das Ziehen klarer phyſiologiſcher Schlüſſe aus den krankhaften Erſcheinungen. Man beobachtet dieſe oder jene Abweichung von dem Normalzuſtande, man entdeckt, welches Organ des Körpers dabei angegriffen und verletzt iſt; — was natürlicher als nun zu ſchließen, daß die abnorme Function auch dem abnormen Organe angehöre? Allein die Natur ſtellt ihre Experimente nicht rein an, ſie greift mehre Organe

zugleich an oder, wenn nur ein einzelnes vorzugsweise leidet, so wird durch die Organisation des Körpers an sich schon das Ganze in Mitleidenschaft gezogen. Es gibt ein einziges Feld in der Physiologie, wo wir einzig und allein auf die aus der Pathologie zu entnehmenden Thatsachen angewiesen sind. Dies ist die Frage über den Zusammenhang der Gehirntheile mit den Geistesthätigkeiten; eine Frage, die man unheilvoller Weise durch die sogenannte Phrenologie ihrem wissenschaftlichen Standpunkte entrückt und in das Gebiet des Charlatanismus hinüber gepflanzt hat. Den Einfluß des Gehirnes und seiner einzelnen Theile auf die Functionen des Körpers können wir auch an Thieren untersuchen; allein ein Hund, ein Kaninchen gibt uns keinen Aufschluß über die Veränderungen, welche in seinen geistigen Fähigkeiten vorgehen, nachdem man ihm diesen oder jenen Hirntheil weggenommen hat. Dies könnte einzig nur der Mensch und an dem darf nur die Natur allein experimentiren. Hirnkrankheiten, organische Fehler des Seelenorgans sind nicht selten, sie werden häufig von den Aerzten beobachtet; allein den Sitz der Desorganisation kann man nur an den krankhaften Erscheinungen erkennen, welche sich im Körper zeigen, an den Lähmungen der einzelnen Körpertheile, niemals an den vorkommenden Störungen der Geistesfunctionen. Wir wissen durchaus nichts Positives, absolut Nichts über die Beziehung der einzelnen Gehirntheile zu den Geistesthätigkeiten; in dem einzigen Punkte, wo die Pathologie auf sich selbst angewiesen war, hat sie nichts geleistet. Darf man sich wundern, wenn der Physiologe nur mit Mißtrauen sich ihrer bedient?

Auf solchen Stützen nun, theils wankenden, theils sicheren, ruht das Gebäude der Physiologie. Wir haben uns hier die Aufgabe gestellt es zu durchwandern. Allein schon der größeren Zimmer findet sich eine Legion; der kleinen dunkeln Kämmerchen nicht zu gedenken, die überall zerstreut sich anbauen. Sie alle zu besuchen ist eine Unmöglichkeit, noch weniger dürfen wir daran denken, den Schmuck der Zimmer, ihre mehr oder minder reiche Ausstattung, uns näher ins Auge zu fassen. Ein Menschenleben würde hiezu nicht hinreichen.

Ich habe versucht, in den nachfolgenden Briefen den Stand unserer Wissenschaft mit einzelnen skizzenartigen Zügen zu zeichnen. Nur die fester begründeten Resultate, nur die, so viel wir bis jetzt beurtheilen können, wahren Thatsachen durften hier eine Stätte finden und subjective Ansichten mußten so viel möglich in den Hintergrund gestellt werden. Die Art und Weise der Auffassung freilich wird für einen Jeden eine andere sein; namentlich werden die aus den Thatsachen zu ziehenden allgemeinen Schlüsse über Leben und Lebenskraft stets, je nach der Individualität des darüber Nachdenkenden, bei aller Anerkennung des Thatsächlichen, oft sehr bedeutend abweichen. Es ist unsere Sache nicht, diesem Urtheile der Einzelnen vorzugreifen. Wir stehen vor dem Geschwornengerichte der öffentlichen Meinung, wo unsere Thatsachen mit mehr oder minderem Scharfsinne gewogen und abgeurtheilt werden. Freilich gelingt es manchmal durch glänzende Beredsamkeit oder andere bestechende Mittel, diese öffentliche Meinung zu gewinnen; allein lange Zeit hält solche Täuschung nicht an. Die Wissenschaft, sollte man sich auch hinter den Wällen einer todten Sprache verschanzen, dringt doch allmählich in die große Menge ein und man wird bei aufmerksamer Betrachtung stets finden, daß diese sich über alle größeren wissenschaftlichen Fragen ihre eigenthümliche unabhängige Ansicht bildet. Deshalb habe ich auch nicht, wie es sonst wohl der Brauch ist, allgemeine Grundbegriffe und Ansichten über die Wissenschaft der Physiologie vorausschicken mögen. Daß die Physiologie sich mit dem Leben des Menschen und mit dessen Erscheinungen befaßt und zwar vorzüglich das leibliche Leben im Auge behält, dies lehrt schon die Bedeutung des Wortes; was das Leben sei und warum der Organismus lebe, das kann nicht von vornherein begriffen werden, sondern so wie das Leben erst das Resultat aller einzelnen Functionen der Körpertheile ist, so muß auch seine Kenntniß erst aus derjenigen aller einzelnen Verrichtungen hervorgehen.

Um die Darstellung, welche für ein größeres Publikum berechnet sein sollte, so sehr als möglich im objectiven Felde

zu halten, habe ich vermieden, Namen als Gewährsmänner der Thatsachen oder Ansichten anzuführen. Die Autoritäten haben nicht mehr das Gewicht wie früher; eine Thatsache gilt heut zu Tage nicht deshalb, weil sie von diesem oder jenem Forscher ist aufgefunden worden, sondern darum weil sie wahr ist. Was auch hätte es geholfen, wenn ich hinter jedem Satze fast eine Reihe von Namen aufgeführt? Von Bär, Ch. Bell, Burdach, Edwards, Henle, Kürschner, Liebig, J. Müller, Magendie, Purkinjé, Tiedemann, Valentin, R. Wagner — alle diese Namen klingen überall in der Wissenschaft mit, wo man auch anklopfen möge; es sind die treuen Bergleute, welche mit Mühe und Schweiß, ja mit Hintansetzung ihrer Gesundheit das reine Gold aus den Schachten der Bergwerke hervorgeholt haben. Sollen wir die große Menge darum schelten, daß sie meist erst bei der Todesnachricht sich an ihre Koryphäen der Wissenschaft erinnert, und daß sie sie unter dem Drange der Zeitumstände schneller vergißt, als diejenigen, welche unmittelbareren Einfluß auf die Weltbegebenheiten hatten? Es mag genügen, die Namen einmal genannt zu haben; — stehen sie doch in dem goldenen Buche der Wissenschaft mit unauslöschlichen Zügen.

C. V.

Zur zweiten Auflage.

Zehn Jahre sind verflossen, seit ich die Worte schrieb, welche populären Briefen über die Physiologie zur Einleitung dienen sollten, über deren Veröffentlichung die Redaction der allgemeinen Zeitung mit mir übereingekommen war. Die Arbeit wurde zu umfangreich und die Verlagshandlung beschloß sie als eigenes Werk herauszugeben, das, wenn ich mich nicht sehr täusche, mit vielem Beifalle aufgenommen wurde. Denn schon im Jahre 1847 wurde ich zur Vorbereitung einer neuen Auflage aufgefordert, deren Erscheinen indeß sich bis jetzt durch äußere Umstände verzögerte. Die Wissenschaft hat seit dieser Zeit nach allen Richtungen hin anerkennenswerthe Fortschritte gemacht. Dieselbe Thätigkeit, deren ich oben erwähnte, setzte sich vielleicht mit noch größerer Intensität fort, da die Fragen, je weiter man ins Einzelne dringt, um so schwieriger, die Beantwortung um so verwickelter wird. Von den Trägern der Wissenschaft, die ich damals nannte, wirken noch Einige in ungeschwächter Kraft fort, Andere sind gestorben, noch Andere verdorben. Ob in Folge der allgemeinen Erscheinung der rückschreitenden Metamorphose im höheren Alter, oder durch Einwirkung geistiger Fäulniß-Erreger von außen, will ich nicht weiter untersuchen. Eine Menge neuer Kräfte sind aufgetaucht, und namentlich hat die

physikalische Schule auf den beschwerlichsten Wegen oft bedeutende Strecken zurückgelegt. Jeder Schritt vorwärts, der dort mit dem Mikroskope, hier mit der Wage oder der Magnetnadel in der Hand gethan wird, erhellt ein Stück des Dunkels, welches sich vor die geheimnißvollen Kräfte lagert, die man wie der Fürchtende die Gespenster deshalb annimmt, weil man sie nicht sieht und nicht sehen kann.

Das Verdienst dieses Werkchens, wenn es überhaupt welches hat, kann weder in der genauen Aufzählung sämmtlicher Thatsachen, noch in der gleichmäßigen Durchdringung des Stoffes liegen. Wenn ich auch gesucht habe, so viel möglich ein Bild des Lebensprozesses im Ganzen zu geben, so mußte dieser Versuch doch deshalb unvollkommen bleiben, weil die Voraussetzungen, die ich mir von meinem Publikum machte, dadurch weit überschritten wurden. In der ursprünglichen Naivität, in welcher ich zuerst diese Briefe schrieb, hatte ich kaum eine Ahnung davon, in welche Kreise sie eindringen würden. Ich wurde, oft zu meinem nicht geringen Erstaunen, hie und da durch Fragen belehrt, daß Mancher sich zu ihrem Verständniß abgemüht hatte, auf dessen geringe Vorkenntnisse ich wenig Rücksicht genommen. Unterdessen hat sich die Grundlage, auf welcher diese Briefe wurzeln, in größere Breite und Tiefe ausgedehnt. Die Naturwissenschaften haben in allen Zweigen Bearbeiter gefunden, welche die Wahrheiten in einfacher Sprache so darzustellen suchten, daß sie auch ohne höhere Vorbildung begriffen und anerkannt werden konnten. Man ist auf diese Weise an die Behandlung solcher wissenschaftlichen Gegenstände gewöhnt worden. Man hat sich nach und nach die Schlußfolgerungen angeeignet, welche aus den Thatsachen mit innerlicher Nothwendigkeit abgeleitet werden müssen. Man erschrickt nicht mehr, wenn diese Schlußfolgerungen zu einer Erkenntniß führen, die mit der jetzigen Welteinrichtung in schneidendem Gegensatze steht.

Die Grundsätze, welche auf der genauen Erforschung der Thatsachen und der daraus abgeleiteten Naturgesetze beruhen, haben seit dem Erscheinen der ersten Auflage keine Aenderung

erlitten. Sie sind nur durch die Fülle neuen Stoffes, welcher von allen Seiten herangebracht wurde, neu gekräftigt und stärker gestützt worden. Derjenige, der sich die Mühe nehmen will, früher und jetzt Gegebenes zu vergleichen, wird trotz gegnerischer Behauptung finden, daß nichts in dieser Hinsicht geändert wurde; daß vielmehr das Ziel, welches schon damals gesteckt war, unverrückt dasselbe geblieben ist. Neue Streiter haben sich seither um dasselbe Banner geschaart, Manche vielleicht geweckt durch die Anregung, welche sie in diesen Briefen fanden. Wer weiter sich belehren, den Kreis der Thatsachen, auf die er fußen soll, erweitern, und sich so immer mehr in seinen Ansichten befestigen will, dem kann ich aus vollster Ueberzeugung die Werke von Moleschott in Heidelberg empfehlen. Der Leser des „Stoffwechsels", des „Kreislaufes des Lebens", der „Nahrungsmittel für das Volk" wird reiche Fülle der Thatsachen, anziehende Behandlung des Gegenstandes und strenge Folgerichtigkeit der gewonnenen Schlüsse sicherlich nicht vermissen.

So mögen denn auch diese Bogen hinauswandern und manchem Vortrefflichen nachstreben, das ihnen vorausgeeilt. Jeder trägt in seiner Weise bei zu dem Gemenge, welches, geläutert in dem Schmelztiegel des Volksbewußtseins, später als flüssiges Metall an das Licht tritt — glücklich, dessen Beitrag nicht ganz als schaumige Schlacke zurück bleibt, sondern sich sagen kann: Auch du hast deinen Antheil an ächtem Schrote und Korne.

Genf, den 1. December 1853.

C. Vogt.

Vorrede zur dritten Auflage.

Trotz mannichfacher Anforderungen der verschiedensten Art, welche Zeit und Leben an mich seit Jahren gestellt haben und noch beständig stellen, habe ich dennoch mit Eifer gesucht, in dieser neuen Auflage den Fortschritten der Wissenschaft gerecht zu werden. Ich habe verbessert, verändert, zugesetzt, weggeschnitten, hie und da auch nur gefeilt, wie es das Bedürfniß der Zeit oder mein eigenes Gefühl zu erfordern schienen. Wenn auch vielfach Abschnitte gänzlich umgestaltet werden mußten, so ist nichts desto weniger der Kern des Ganzen geblieben. Möge er auch jetzt, in dieser neuen Gestalt, den Lesern eben so munden, wie die früheren Auflagen gemundet zu haben scheinen.

Manche Forscher und Fachgelehrte mögen wohl finden, daß ich den neuesten Richtungen, die sich die physikalischen nennen, nicht genug in der Darstellungsweise Rechnung getragen habe. Es kann wohl sein und ich will darüber mit Niemanden rechten. Die Resultate, welche diese Forscher durch Anwendung der genauesten physikalischen Methoden, der subtilsten Versuche, der verwickeltsten Rechnungen erhalten haben, sind oft staunenswerth und verdienen vollste Anerkennung und ungetheiltes Lob. Aber es hat mir geschienen, als ob man deshalb nicht ausschließlich nur dieser einen Richtung folgen und Jedem den Stein schleudern

müſſe, der es wagen will, auf den noch nicht völlig abgegrasten Fluren der Formenlehre auch ein beſcheidenes Sträußchen zu pflücken. Noch weniger habe ich mich aber zu der Darſtellungsweiſe bekehren können, welche jetzt in manchen, ſonſt ſo achtbaren Lehr- und Handbüchern vorherrſcht und wo der menſchliche Körper und ſeine Verrichtungen faſt nur als zufällige Beiſpiele phyſikaliſcher und chemiſcher Geſetze und Vorgänge dienen. Iſt es ja doch, als pflanze man abſichtlich vor den Weg üppiges theoretiſches Geſtrüpp und verwickeltes, abſtractes Schlinggewächs, durch das man ſich erſt mit dem ſchärfſten Meſſer des Verſtandes einen Weg hauen muß, ehe man zu den friſchen Plätzen des duftenden Waldes gelangen kann. Solche Arbeit mag recht ſein für den Squatter, der neue Wege ſucht, für den Förſter, der ſeinen Wald regelrecht bewirthſchaften will — ſie behagt aber weder dem Spaziergänger, noch dem Sonntagsjäger — und auch dieſe wollen leben und genießen! Im Beginne mag es nöthig ſein, jeden Nachfolgenden dieſelben Leitern Stufe für Stufe hinaufklimmen zu machen, die man ſelbſt erſteigen mußte — für Diejenigen aber, die nicht Zeit noch Muße haben, denſelben Weg zu machen, kann es auch wohl genügen, ſie plötzlich auf die Höhe zu ſtellen.

So weit iſt es ſchon gut, wenn es nur nicht mit dem Verlangen des unbedingten Gehorſams geſchieht. Aber je kritiſcher der Menſchengeiſt fortſchreitet, je mehr er beſtrebt iſt, Methoden zu erfinden, welche ihn vor Irrthümern bewahren können, deſto mehr bemüht ſich anderſeits die Partei der Autorität, mit der Wucht des Glaubensſatzes ihm entgegenzutreten und mit ihrem „Friß, Vogel, oder ſtirb!“ ihn anzudonnern. Merkwürdig, aber wahr, daß auch in der Wiſſenſchaft dies Beſtreben ſtets wieder auftaucht, daß es ſich bei jeder Gelegenheit neu erzeugt und, dem Antäus gleich, ſtets neue Kräfte aus der Erde zu ſaugen ſcheint, ſobald man glaubt es niedergeworfen zu haben.

Ich leſe in einem neueren Buche: „Die Baſis unſerer und „aller Unterſuchungen auf dieſem Wege, bilden bis jetzt die „beiden Sätze, daß einmal der Harnſtoff nur ein Umſetzungs-

„product der ſtickſtoffhaltigen Körperbeſtandtheile, nie ein bloßes „Oxydationsproduct des Eiweißes im Blute iſt und zweitens, daß „aller Stickſtoff der umgeſetzten Körperbeſtandtheile wenigſtens „zum bei weitem größten Theile und etwa unter Berückſichtigung „des Stickſtoffes in den Fäces, als Harnſtoff ausgeſchieden wird. „Wer dieſe beiden Sätze nicht anerkennt und wo ſie „nicht feſtgeſtellt ſind, der mag ſich aller Unter„ſuchungen dieſer Art enthalten."

Wir hatten bis jetzt geglaubt, erſt aus der Unterſuchung gehe die Feſtſtellung, der Satz, die Anerkennung des Satzes hervor; — wir hatten geglaubt, das gerade ſei das Edle in unſerer Wiſſenſchaft, daß ſie ſich Fragen ſtellt, aber die Beantwortung derſelben erſt durch die Thatſache ſucht. In München wird uns jetzt vor den Tempel der Phyſiologie das Eingangs-Portal des umgeſetzten Harnſtoffes gebaut — der Ketzer, der nicht durch daſſelbe eingehen will, mag draußen bleiben, ſich aller Unterſuchungen enthalten! Wer aber Phyſiologie treiben will, der ſchwöre zuerſt den harnſtofflichen Glaubenseid, dann mag er eintreten!

Es genügt, auf ſolche Auswüchſe phyſiologiſcher Hierarchie mit dem Finger zu zeigen, um die Empörung gegen ſie wachzurufen. Wenn ich indeſſen dennoch, trotz meines Freiheitsgefühles, in der Darſtellung der Functionen des Nervenſyſtemes weſentlich der Autorität meines Freundes Moritz Schiff in Bern gefolgt bin, ſo möge man mich nicht unter diejenigen zählen, die ſich nur deshalb frei fühlen, weil ſie den Fetiſch ihres Nebenmenſchen nicht anbeten, ſondern einen andern. Nur derjenige, der die unendliche Sorgfalt und Hingebung kennt, womit Schiff ſeinen Verſuchen folgt, kann das Zutrauen bemeſſen, welches man ihnen ſchenken darf.

Die Ausgabe der dritten Abtheilung hat ſich ſo lange verzögert, weil ich der Verſuchung nicht widerſtehen konnte, meinen Leſern die Reſultate mitzutheilen, welche in Kölliker's „Entwickelungsgeſchichte des Menſchen" ſo reichlich gegeben ſind.

Meinem Freunde in Würzburg, wie ſeinem Verleger Engelmann in Leipzig, ſchulde ich den wärmſten Dank für die bereitwillige Weiſe, womit mir ſogar die Correcturbogen der zweiten, noch nicht beendeten Hälfte mitgetheilt und die Holzſchnitte zur Benutzung und Verfügung geſtellt wurden. Leider konnte ich den Schluß der zweiten Hälfte dieſes vortrefflichſten Buches, das den reichſten Schatz von eigenen Unterſuchungen enthält, nicht abwarten, um danach noch einige meiner Briefe zu überarbeiten — der Norden winkt und ich muß mir ſagen: Fort mußt Du — deine Uhr iſt abgelaufen!

Genf (Plainpalais) den 1. Mai 1861.

C. Vogt.

Inhalt.

Erste Abtheilung.

Das vegetative Leben.

	Seite
Erster Brief. Der Kreislauf des Bluts	3
Zweiter Brief. Das Blut, die Lymphe und der Chylus . .	32
Dritter Brief. Die Verdauung	52
Vierter Brief. Die Nahrungsmittel	80
Fünfter Brief. Die Athmung	108
Sechster Brief. Die Absonderung	133
Siebenter Brief. Die Auffaugung	161
Achter Brief. Die Ernährung	179
Neunter Brief. Die thierische Wärme	198

Zweite Abtheilung.

Das animalische Leben.

Zehnter Brief. Das Nervensystem	219
Elfter Brief. Die Functionen der Nerven	252
Zwölfter Brief. Die Centraltheile des Nervensystemes . .	283
Dreizehnter Brief. Nervenkraft und Seelenthätigkeit . .	321
Vierzehnter Brief. Das Auge	345
Fünfzehnter Brief. Die übrigen Sinne	387
Sechszehnter Brief. Die Bewegungen	406
Siebzehnter Brief. Die Stimme und Sprache . . .	433

Dritte Abtheilung.

Zeugung und Entwickelung.

	Seite
Achtzehnter Brief. Das Geschlecht	451
Neunzehnter Brief. Die Zeugung der Thiere . . .	473
Zwanzigster Brief. Die Zeugung des Menschen . . .	498
Einundzwanzigster Brief. Das Ei im Eileiter. Die Zellenbildung	510
Zweiundzwanzigster Brief. Das Ei und seine Hüllen in der Gebärmutter	530
Dreiundzwanzigster Brief. Der Embryo, seine Uranlagen und sein Nervensystem	557
Vierundzwanzigster Brief. Die Sinnesorgane . . .	577
Fünfundzwanzigster Brief. Das Skelett	590
Sechsundzwanzigster Brief. Die Eingeweide . . .	609
Siebenundzwanzigster Brief. Das Blutgefäßsystem . .	623
Achtundzwanzigster Brief. Allgemeine Uebersicht . .	640
Neunundzwanzigster Brief. Elterlicher Einfluß. Mißbildungen	658
Dreißigster Brief. Der Umlauf des Lebens	676
Einunddreißigster Brief. Statistische Physiologie . . .	690

Dritte Abtheilung.

Zeugung und Entwickelung.

Achtzehnter Brief.

Das Geſchlecht.

In den vorhergehenden Abſchnitten wurde der Menſch als einzelnes Individuum betrachtet und die verſchiedenen Functionen zergliedert, welche das Leben des menſchlichen Organismus im Allgemeinen zuſammenſetzen. Wir ſuchten, an der Hand der auf mancherlei Art gewonnenen Thatſachen, uns klar zu machen, wie dieſe verſchiedenen Functionen des Lebens in einander greifen. Wir ſahen Ernährung, Kreislauf und Abſonderung einander wechſelſeitig die Hand bieten, um die verſchiedenen, der Außenwelt entnommenen Stoffe dem Körper anzueignen, ihnen diejenige Form zu geben, welche dem menſchlichen Typus angehört, und das Unbrauchbare auszuſcheiden. Ferner unterſuchten wir, in welchen Beziehungen das Individuum ſich zu ſeinen Umgebungen befinde, und welche Organe des Körpers dazu beſtimmt ſeien, Empfindung, Bewegung, ſo wie die Functionen des Geiſtes zu vermitteln. Dort die doppelte Buchhaltung des Lebens mit ihren Einnahmen und Ausgaben, ihrer Kaſſe, Gewinn und Verluſt — hier die Correſpondenz mit dem Copirbuche und dem innerſten Geheimbuche, welches die letzten Reſultate enthält. In allen dieſen Unterſuchungen wurde der fertige Menſch im erwachſenen Zuſtande betrachtet, abgeſehen von ſeinem Geſchlecht und von ſeiner allmählichen Entfaltung bis zu dem Höhepunkte ſeiner phyſiſchen Entwickelung : es wurde nur Rückſicht genommen auf

zu ſein ſcheint, wird der abgeſchmackteſte Unſinn unter alle Welt verbreitet und Vorurtheile in Menge geſäet, deren Ausrottung kaum möglich iſt. Es ſchien mir deshalb damals an der Zeit, die Reſultate der neueren Wiſſenſchaft, welche ſich vorzugsweiſe und mit großem Erfolg in der jüngſten Zeit mit der Zeugung und Entwickelung des Menſchen und der Thiere beſchäftigt hat, in meiner Schrift niederzulegen, in der Hoffnung, daß ich das Meine zur Verbreitung richtiger Anſichten werde beitragen können. Denn mehr als alle andern der Phyſiologie angehörigen Gegenſtände beſchlägt der hier zu behandelnde das Wohl und Wehe der Menſchheit im Ganzen. Es mag erlaubt ſein, durch Unkenntniß oder Vernachläſſigung der phyſiologiſchen Geſetze den eigenen Leib zu Grunde zu richten; — allein dies giebt noch nicht die Berechtigung, der Nachkommenſchaft ſeine phyſiſchen Gebrechen aufzubürden. Man klagt allgemein über zunehmende Verkrüppelung des Menſchengeſchlechtes und thut Nichts, um vernünftige Anſichten über die Zeugung zu verbreiten; — ja, man öffnet einer nichtsnutzigen Literatur Thüre und Thor, und bedenkt nicht, daß die nachſtehende Generation auch das Recht zu blühender und geſunder Exiſtenz hat!

Die Fortpflanzung der Gattung iſt bei den Menſchen und den meiſten Thieren durch den Gegenſatz zweier Geſchlechter möglich gemacht, welche man als männlich und weiblich bezeichnet. Bei den höheren Thieren ganz allgemein ſind die Geſchlechter auf verſchiedene Individuen vertheilt, welche ſich meiſtens nicht nur durch den Bau der ſpeciell zu dieſer Function beſtimmten Zeugungsorgane, ſondern auch durch mancherlei andere Eigenthümlichkeiten der geſammten Organiſation unterſcheiden. Nur in den niederen Sphären des Thierreichs findet man die Vereinigung beider Geſchlechter in einem und demſelben Thiere, den ſogenannten Hermaphroditismus, und zwar in der Art, daß vollſtändige männliche und weibliche Zeugungsorgane in einem und demſelben Individuum vereinigt ſind. In den niederſten Organismen allein, welche durch ihren auf die höchſte Einfachheit reducirten Bau die unterſte Stufe des Thierreiches einnehmen,

ſcheint die geſchlechtliche Zeugung die Ausnahme, die ungeſchlechtliche die Regel zu ſein. Bevor wir indeß hierauf näher eingehen, wird es nöthig ſein, den Bau der Zeugungsorgane im Allgemeinen und derjenigen des Menſchen im Beſondern etwas näher anzugeben. Die Geſchlechtsunterſchiede im Bau des Geſammtkörpers weitläufiger auseinanderzuſetzen, halten wir für überflüſſig; kennt ja doch Jeder die Verſchiedenheit der männlichen und weiblichen Formen, deren ins Einzelne gehende Beſchreibung mehr dem Gebiete der darſtellenden und bildenden Kunſt, als demjenigen der Phyſiologie angehört.

Weibliche Geſchlechtsorgane nennt man diejenigen beſonderen Organe des thieriſchen Körpers, in welchen ein Keim bereitet wird, der ſich unter gewiſſen Verhältniſſen zu einem neuen Individuum entwickelt. Dieſer Keim oder das Ei wird in allen Fällen in einem ſpeciell dazu beſtimmten Organe, dem Eierſtocke, vorgebildet, und zur Zeit ſeiner Reife aus dieſem ausgeſtoßen, um ſich zu entwickeln und außerhalb des mütterlichen Organismus ein eigenes, individuelles Leben fortzuſetzen. Bei den meiſten Thieren befinden ſich beſondere röhrenförmige Organe, durch welche das Ei allmählich nach außen geleitet wird, und zugleich, je nach den ſpeciellen Verhältniſſen der Fortpflanzung, verſchiedene Stoffe zu Schutz und Nahrung umgebildet erhält. Dieſe Eileiter münden zuweilen unmittelbar in die äußeren Geſchlechtsorgane, während ſich in anderen Fällen ein Mittelglied, eine Brutſtätte, bildet, in welchem das Ei noch innerhalb des mütterlichen Organismus eine weitere Ausbildung erlangt. Die meiſten Thiere entſtehen, ſowie der Menſch, aus Eiern. Das menſchliche Weib erzeugt eben ſo gut Eier, als der weibliche Vogel oder Fiſch, und der Unterſchied zwiſchen lebendiggebärenden und eierlegenden Thieren beſteht, wie wir bald ſehen werden, nur darin, daß das Ei bei den Einen in unentwickeltem Zuſtande ausgeworfen wird, während es ſich bei den Anderen innerhalb der mütterlichen Geſchlechtsorgane weiter entwickelt, und erſt das aus ihm entſtandene Individuum nach außen gebracht wird. Der Unterſchied zwiſchen „eierlegenden“ und „leben-

diggebärenden" Geſchöpfen iſt demnach kein urſprünglicher, ſondern nur ein durch ſpätere Ausbildung des Keimes gewordener. Er fällt aber deshalb leicht in die Augen, weil bei den Eierlegern das Ei durch die Schutzgebilde, die es erhält, ſo wie durch das Nahrungsmaterial, das darin für das werdende Junge aufgehäuft wird, eine anſehnlichere Größe erhält.

Die männlichen Geſchlechtsorgane bereiten den Samen, d. h. eine Flüſſigkeit, ohne welche das Ei nicht zur Entwickelung würde gelangen können. Die Berührung beider Producte, und zwar die unmittelbare Berührung derſelben, iſt in der Regel nothwendig zur Erzeugung eines neuen Individuums. Bei denjenigen Thieren, bei welchen das Ei noch in unentwickeltem Zuſtande als Ei aus dem weiblichen Organismus ausgeſtoßen wird, findet die Berührung der beiderſeitigen Zeugungsproducte meiſt auch außerhalb des Organismus ſtatt, und die geſchlechtliche Function beſchränkt ſich einzig auf dieſe Befruchtung. Bei denjenigen Thieren aber, bei welchen das Ei innerhalb des mütterlichen Organismus ſich entwickelt, müſſen auch die beiderſeitigen Zeugungsſtoffe innerhalb des mütterlichen Organismus einander berühren und deshalb eine wahre Begattung ſtatt haben, durch welche eben der Samen in die weiblichen Zeugungsorgane eingeführt wird. Auch in den männlichen Zeugungsorganen unterſcheidet man ſamenbereitende Organe, oder die Hoden, und ausführende Röhren, die Samenleiter, wozu ſich noch bei vielen anderen und bei allen höheren Thieren beſondere äußere Begattungsorgane geſellen.

Das ſamenbereitende Organ oder der Hoden beſitzt bei allen Thieren ohne Ausnahme einen drüſigen Bau, indem er aus einzelnen, mehr oder minder langen Röhren zuſammengeſetzt iſt, welche meiſtentheils ſich mannichfach unter einander verwickeln und verſchlingen, am Ende aber ſämmtlich in einen einzigen Kanal münden, der meiſt vielfach geſchlängelt nach außen verläuft. Die Hoden ſind, mit nur geringen Ausnahmen, doppelt vorhanden und ſymmetriſch zu beiden Seiten der Körperaxe gelagert; bei der Mehrzahl der Wirbelthiere findet man ſie im

Innern der Bauchhöhle zu beiden Seiten der Wirbelsäule. Auch bei dem menschlichen Embryo behaupten sie diese Lage, steigen aber gegen die Zeit der Geburtsreife aus der Bauchhöhle durch einen besonderen Kanal, den Leistenkanal, hinab in den Hodensack. Die außerordentlich langen und engen Samenröhren, welche in ihrer Verschlingung den Hoden bilden, sammeln sich zuerst in eine gewisse Zahl ausführender Gänge, welche, aufs Neue sich verknäuelnd, ein eigenthümliches kolbenförmiges Organ, den Nebenhoden, zusammensetzen, aus dem dann erst der Samenleiter entspringt. Jeder dieser Samenleiter läuft nach oben gegen den Leistenkanal hin, tritt durch denselben in die Bauchhöhle ein und erweitert sich sodann zu einer seitlichen Aussackung, der Samenblase, die von muskulöser Haut umsponnen und deshalb kräftiger Zusammenziehung fähig ist. In diesen sogenannten Samenbläschen sammelt sich die von dem Hoden gebildete und die von dem Samenleiter fortgeleitete Zeugungsflüssigkeit allmählich an, bis sie im Momente der Begattung entleert wird. Der gemeinschaftliche Gang der Samenbläschen und Samenleiter öffnet sich jederseits durch eine äußerst feine Oeffnung in das hintere oder innere Ende der Harnröhre, welche also sowohl zur Entleerung des Urins, als auch des Samens bestimmt ist.

Am Wichtigsten erscheint für uns die Zusammensetzung der befruchtenden Flüssigkeit, oder des Samens. Untersucht man einen Tropfen desselben unter dem Mikroskop bei hinreichender Vergrößerung, so zeigt sich in der klaren, durchsichtigen Flüssigkeit eine außerordentliche Menge unendlich kleiner, sehr eigenthümlich gestalteter Körper, die man auf den ersten Blick für Thiere halten sollte, da sie lebhaft bewegt in dem Sehfelde des Mikroskops sich herumtummeln. Diese Samenfäden (siehe Fig. 64, S. 457), wie wir sie vor der Hand nennen wollen, zeigen bei dem Menschen einen umgekehrt birnförmigen, abgeplatteten Körper, der nach hinten in einen langen dünnen Schwanz ausläuft, welcher sich peitschenartig hin- und herbewegt. Der Schwanz selbst ist so dünn, daß er meist nur wie eine Linie erscheint, jedenfalls aber keine innere Organisation wahrnehmen

läßt. Eben so wenig ist dieses bis jetzt an dem Körper der Samenfäden gelungen. Die Gestalt der Samenfäden, ihre Größe, das Verhältniß zwischen Körper und Schwanz wechselt bei den

Fig. 64.
Samenfäden des Menschen, a. von der breiten, b. von der schmalen Fläche gesehen.

verschiedenen Gattungen und Arten der Thiere auf das Mannichfaltigste, und zwar in der Weise, daß jede Species eigenthümlich geformte Samenfäden besitzt, die sich von denjenigen anderer Arten ziemlich leicht unterscheiden lassen. Die seltsamsten Formen unter den Säugethieren findet man bei den Nagern, den Mäusen und Ratten, wo der Körper meist scheibenförmig oder selbst halbmondförmig gestaltet ist, und der Schwanz nicht von der Peripherie der Scheibe, sondern von der Fläche derselben ausgeht. Bei anderen Thieren, und zwar namentlich bei den meisten Amphibien und Vögeln, ist der Körper des Samenfadens nicht platt, sondern cylindrisch, und geht allmählich in den dünneren Schwanz über. Der cylindrische dickere Körper selbst ist oft ganz wie ein Pfropfenzieher spiralförmig aufgewunden. Bei seinen Bewegungen dreht sich der Samenfaden um die Axe seines spiralförmig aufgewundenen Körpers und schraubt sich also gleichsam in der Flüssigkeit vorwärts. Die größten Samenfäden unter allen finden sich bei den Molchen und Tritonen, Thieren, welche sich auch durch die Größe ihrer Blutkörperchen auszeichnen. Diese ungemein großen Samenfäden haben ebenfalls einen korkzieherartig gestalteten Körper, und außerdem ist noch der fadenförmige Schwanz mit einer breiten, äußerst zarten Flosse umsäumt, deren wellenförmige Bewegungen ein eigenthümliches Flimmern erzeugen, das man früher einem wahrhaften Flimmerepithelium zuschrieb.

Die größte Abweichung in Form und Verhalten der Samenelemente zeigt sich bei den krebsartigen Thieren, bei welchen sie in Form von Tönnchen oder Fäßchen erscheinen, von welchen starre Spitzen auslaufen, an denen man noch keine Bewegung bemerkt hat.

Diese Bewegung, welche im Uebrigen den ausgebildeten Samenfäden aller Thiere zukommt, ist meistens wellenförmig durch die Schwingungen des Schwanzes hervorgebracht, und läßt sich am besten mit den Schwimmbewegungen eines Aales oder einer Schlange vergleichen. Wenn indeß auch diese Schwingungen mit ziemlicher Schnelligkeit ausgeführt werden, so ist doch die dadurch bewerkstelligte Ortsbewegung selbst nur äußerst langsam. Messungen, welche man unter dem Mikroskop vorgenommen hat, zeigen, daß die Samenfäden in einer Minute etwa den Raum einer Pariser Linie durchlaufen können. Diese Bewegungen werden durch Substanzen gehemmt, welche den Samenfaden in seiner chemischen Zusammensetzung angreifen, erhalten sich hingegen in solchen Flüssigkeiten, deren Mischung oder Concentrationszustand keinen nachtheiligen Einfluß ausübt. Meistens bewegen sich die Samenfäden einzeln, mit dem Körperende voran; bei vielen Thieren bemerkt man indeß, daß sie sich büschelförmig zusammenlegen, und zwar alle in derselben Richtung, Körper an Körper, Schwanz an Schwanz, und daß diese Bündel wie ein einziger Faden wellenförmig schwingend sich fortbewegen. Bei den Heuschrecken schießen sogar diese Bündel um eine gemeinsame Längenaxe an, und bilden so federartige Gestalten, welche sich wellenartig fortbewegen und unter dem Mikroskope einen überraschend schönen Anblick gewähren.

Es war natürlich, daß man die eben beschriebenen Elemente des Samens so lange für Thiere ansah, als man noch keine anderen selbstständig bewegten Formelemente des Körpers kannte. Sobald indeß die Flimmerbewegung entdeckt wurde und bei dieser Zellen nachgewiesen wurden, deren Verlängerungen in selbstständiger Weise zu schwingen befähigt sind, mußte der Glaube an die thierische Natur der Samenelemente stark erschüttert wer-

den, und seitdem man gar die eigenthümliche Entwickelung derselben im Hoden kennen gelernt hat, ist diese Ansicht allgemein verlassen worden. Es finden sich nämlich bewegliche Samenfäden nur in den zeugungsfähigen Individuen. Ihr Erscheinen bezeichnet den Eintritt der Mannbarkeit, mit deren Erlöschen sie wiederum verschwinden. Bei denjenigen Thieren, welche einer periodischen Wiederkehr der Brunst unterworfen sind, zeigen sich die Samenfäden auch nur zur Paarungszeit und verschwinden nach dem Aufhören dieser Periode. Bei diesen Thieren also konnte man gegen den Eintritt der Paarungszeit hin die Entwickelungsgeschichte der Samenfäden verfolgen, und sobald man einmal die Entwickelungsgeschichte derselben bei einem Thiere kannte, war es sehr leicht möglich, bei solchen Thieren, die das ganze Jahr hindurch zeugungsfähig sind, die unausgebildeten Samenelemente zu erkennen und deren Entwickelung zu betrachten. Diese Untersuchungen, welche seither noch auf viele Thiere ausgedehnt wurden, haben etwa Folgendes ergeben.

Bei Säugethieren und beim Menschen findet man in der Jugend innerhalb der Samenkanälchen nur kleine helle Zellen, ähnlich denen anderer Drüsengebilde. Beim Eintritte der Geschlechtsreife aber sind diese Zellen bedeutend größer geworden und enthalten eine Menge rundlicher, heller Kerne, meist bis zehn, zuweilen aber selbst bis zwanzig, die an der Zellenwand anliegen. Jeder Kern hellt sich auf, wird länglich, wächst an einem Ende zu einem Samenfaden aus und legt sich, wenn viele Kerne vorhanden sind, mit den übrigen büschelförmig gekrümmt zusammen. Nach einiger Zeit lösen sich auch die Mutterzellen auf und die Samenfäden liegen dann frei in der Flüssigkeit, — anfangs erst in Bündeln vereinigt, dann aber gänzlich frei und bewegt. Im Hoden selbst sind die Samenfäden fast immer noch in den Zellen eingeschlossen, die erst in den Gängen des Nebenhodens und der Samenleiter verschwinden, und je weiter gegen den Anfang man eine Hodenröhre untersucht, desto weniger entwickelt sind die Kerne und die einzelnen Samenfäden. Es lehrt diese Entstehungsweise auf das Klarste, daß die Samenfäden

keine selbstständig organisirten Thiere sind, welche etwa in demselben Verhältnisse zu dem Organismus stehen, wie Schmarotzer und Eingeweidewürmer, sondern daß sie bewegliche Formelemente darstellen, ähnlich den Flimmerzellen. Man hat in dem Gehörorgane der Lampreten Flimmerzellen gefunden, an deren rundlichem Körper nur ein einziger peitschenförmiger Anhang sich befindet, der eine bedeutende Länge besitzt und wellenartige Bewegungen macht. Eine solche isolirte Flimmerzelle sieht einem Samenfaden auf das Täuschendste ähnlich und läßt sich auch in der That durchaus mit demselben vergleichen.

Die Samenfäden sind die einzigen Formelemente des Samens, welche wesentlich für die Befruchtung sind. Ihr Auftreten zur Zeit der Mannbarkeit, ihr Verschwinden nach dieser Epoche, liefert schon hierfür einen Beweis; — noch mehr aber bezeugten dies directe Versuche, die wir später anführen werden. Die Flüssigkeit, in welcher die Samenfäden schwimmen, und welche theils von den Hoden, theils von einigen Nebendrüsen geliefert wird, ist einzig dazu bestimmt, die Ausführung und Fortbewegung der Samenfäden zu vermitteln. Sie hat selbst keine befruchtende Eigenschaft.

Die weiblichen Zeugungsorgane, welche in durchaus analoger Weise gebaut sind, wie die männlichen, und sogar in ihrem ursprünglichen Zustande beim Beginne der Entwickelung nicht von denselben unterschieden werden können, liegen sämmtlich in der Bauchhöhle, und zwar in dem tiefsten Grunde derselben, sobald man sich das Weib in aufrechter Stellung denkt. Die keimbereitenden Organe oder die Eierstöcke sind zwei bohnenförmige plattgedrückte Körper, die an einigen Falten des Bauchfells beweglich aufgehängt sind. Ein festes faseriges Gewebe bildet bei dem Menschen und vielen Säugethieren die Hauptmasse dieser Organe. Untersucht man die Eierstöcke aufmerksamer, so findet man innerhalb dieses Gewebes unregelmäßig zerstreut eine große Menge rundlicher Höhlungen oder Käpselchen, welche mit klarer, wasserheller Flüssigkeit erfüllt scheinen. Die größten dieser Kapseln, welche man nach ihrem

Entdecker die Graaf'schen Bälge zu nennen pflegt, befinden sich an der Oberfläche des Eierstockes, unmittelbar unter dem glänzenden Ueberzuge, womit ihn das Bauchfell umhüllt, während die kleineren, unentwickelteren Follikel mehr in dem Innern vergraben liegen. Man hielt diese Bläschen früher für die wirklichen Eier, und erst der neueren Zeit war es vorbehalten, den wahren Bau dieser Theile näher zu erforschen, und festzustellen, daß das eigentliche Ei der Säugethiere und des Menschen erst im Innern dieser Kapseln liege, und höchstens $^1/_{10}$ Linie im Durchmesser habe, während der Graaf'sche Balg oder der Follikel, wie wir ihn fortan der Kürze halber benennen wollen, oft bis zur Größe einer kleinen Erbse anschwillt.

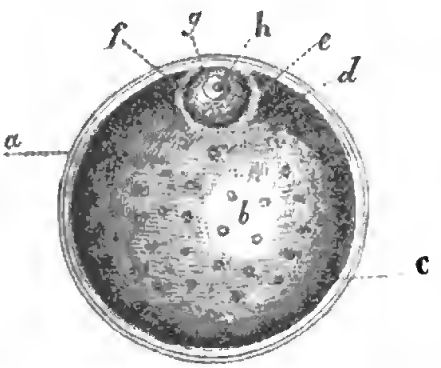


Fig 65. Idealer Durchschnitt eines Graaf'schen Follikels bei starker Vergrößerung. a. Die äußere Faserhaut des Balges. b. Der mit gallertartiger Flüssigkeit angefüllte Hohlraum des Balges. c. Innere Zellenlage des Follikels, die sich in der Umgebung des Ei's zur Keimscheibe d. (Discus proligerus) verdickt. e. Die Zona oder Dotterhaut, in Form eines hellen Ringes sich darstellend. f. Der Dotter. g. Das Keimbläschen. h. Der Keimfleck.

Es ist von der höchsten Wichtigkeit, die Structur des Follikels sowohl, als auch diejenige des Eies genauer kennen zu lernen, bevor man auf die Veränderung eingeht, welche dieselben bei der Entwickelung durchlaufen. Vor allen Dingen ist stets wohl zu beachten, daß das Eichen der Menschen wie der Säugethiere eine außerordentlich kleine Kugel ist, die man nur bei sehr günstiger Lichtbrechung mit dem bloßen Auge gerade noch als Punkt wahrnehmen kann, zu deren genaueren Erforschung es aber mikroskopischer Beobachtung bedarf. Bei Anwendung gehöriger Vergößerung sieht man indeß folgende Theile. Die äußere Hülle des durchaus kugelförmigen Eichens wird von einer dicken, glashellen Haut gebildet, welche unter dem Mikroskope als ein voll-

kommen durchsichtiger, krystallhell glänzender Ring erscheint, in dem man keine Schichten oder sonstige Structur wahrnehmen kann. Wir nennen diese durchsichtige Hülle, die verhältnißmäßig sehr fest und elastisch ist, die Zona, und bemerken im Voraus, daß sie demjenigen feinen Häutchen analog ist, welches in dem Ei des Vogels den Dotter umschließt und deshalb die Dotterhaut genannt wird.

Der Inhalt der Zona wird zum größten Theile von dem Dotter gebildet, der bei den Säugethieren aus einer körnigen,

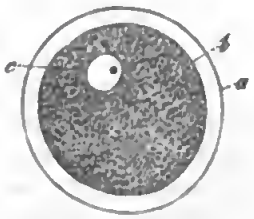


Fig. 66.

Eierstocks-Ei vom Menschen, 250mal vergrößert. a. Zona. b. Dotter. c. Keimbläschen mit Keimfleck.

gelblichen Masse besteht, welche bei auffallendem Lichte milchweiß erscheint und eine talgartige Consistenz hat. Beim Drucke zwischen zwei Glasplatten verhält sich dieser Dotter etwa so, wie eine aus frischem Brode geknetete Kugel, die ebenfalls gerade Zusammenhang genug hat, um sich zwischen den Fingern in mancherlei Formen bringen zu lassen. Der Dotter selbst ist zum Theile fettartiger Natur, und wahrscheinlich bestehen die feinen Körnchen, welche in seiner Substanz zerstreut sind, aus sehr kleinen Fetttröpfchen, welche in einer eiweißartigen Masse zerstreut sind. Es ist überhaupt ein allgemeines Gesetz in der Thierwelt, daß der Eidotter aus zweierlei verschiedenen Reihen von Stoffen, eiweißartigen und fettigen, zusammengesetzt ist. Indessen erfüllt der Dotter die Höhle der Zona nicht durchaus. An einem Punkte seiner Oberfläche, und meistens hart an der innern Wand der Zona, liegt ein kleines, vollkommen durchsichtiges, mit wasserheller Flüssigkeit gefülltes Bläschen, welches etwa $^1/_{50}$ Linie im Durchmesser mißt, und eine äußerst feine zarte Hülle besitzt, welche die erwähnte wasserhelle Flüssigkeit in sich schließt. Dieses

feine Bläschen, das Keimbläschen oder Purkinje'sche Bläschen, wie es nach seinem Entdecker benannt wird, findet sich in allen, noch im Eierstocke befindlichen Eiern, ohne Ausnahme in dem ganzen Thierreiche, und stellt sich dadurch als ein durchaus constantes Element des unbefruchteten Eies dar. Außer der wasserhellen Flüssigkeit zeigt sich in seinem Innern bei dem Säugethiere und dem Menschen ein kleiner rundlicher, dunkler Fleck, der etwas körnig aussieht, allein zu klein ist, um sonstige Structur erkennen zu lassen. Bei vielen anderen Thieren findet sich statt dieses einfachen Keimfleckes eine größere oder geringere Zahl bläschenartiger Gebilde, welche oft wie platte Fetttröpfchen aussehen und hier und da an der Innenwand der Keimbläschenhülle zerstreut liegen.

Fassen wir demnach noch einmal die einzelnen Theile des menschlichen Eies übersichtlich zusammen, so zeigt sich dasselbe aus zwei excentrisch in einander geschachtelten, kugelförmigen Bläschen gebildet, nämlich aus einem inneren kleineren, dem Keimbläschen, und einem umhüllenden größeren, der Zona. Jedes dieser Bläschen hat einen besonderen Inhalt; das Keimbläschen einen wasserhell flüssigen, in welchem der körnige Keimfleck sich findet, die Zona einen festeren, den Dotter, in welchem an einer Stelle, nahe an der Peripherie, das Keimbläschen eingebettet liegt.

Das Eichen selbst befindet sich, wie schon oben bemerkt wurde, im Inneren des Graaf'schen Follikels. Dieser ist von einer eiweißartigen, klebrigen Flüssigkeit erfüllt, und von einer mehr oder minder dicken Haut umschlossen, welche einen Sack um diese Flüssigkeit bildet. Die Innenfläche dieser Haut ist mit einer Lage rundlicher Zellen gepflastert, welche um das Ei herum sich vermehren und dasselbe seitlich umhüllen, so daß also das Ei von einer Lage dieser Zellen umfaßt und einigermaßen in seiner Lage befestigt wird. Oeffnet man den Follikel, um das Ei austreten zu lassen, so reißen sich diese Pflasterzellen, welche ziemlich fest an der Oberfläche der Zona ankleben, von der Innenwand des Follikels los und begleiten das Ei, welches

dann unter dem Mikroskop etwa wie von einem Strahlenkranze oder einem Heiligenscheine umgeben scheint, in der That aber allseitig von diesen Zellen umgeben wird. Man glaubte eine Zeit lang diesen Zellen eine besondere Wichtigkeit zuschreiben zu müssen, weshalb man diesen Strahlenkranz mit dem Namen der „Keimscheibe“ (Discus proligerus) bezeichnete. Neuere Beobachtungen haben indeß dargethan, daß diese Zellen bei der Entwickelung des Eies durchaus keine Rolle spielen, im Eileiter bald abgestreift werden und gänzlich verloren gehen, mithin eher als ein zu dem Follikel gehöriges Gebilde angesehen werden müssen.

Betrachtet man die Structur des Eies in dem Eierstocke, sowohl bei wirbellosen als bei Wirbelthieren, so zeigt sich dasselbe überall aus denselben Theilen gebildet. Man findet überall als äußere Hülle eine Dotterhaut, welche in den meisten Fällen aber nur zart und fein ist, und einzig bei den Säugethieren als Zona eine bedeutende Dicke erreicht. Ueberall findet sich auch ein Dotter, dessen Consistenz und Farbe sehr häufigen Verschiedenheiten unterworfen ist, während seine Zusammensetzung insofern überall dieselbe ist, als er stets, wie schon oben bemerkt, aus zweierlei Stoffen, einem eiweißartigen und einem fettartigen, besteht. Das Fett selbst ist bald mehr oder minder flüssig, wie in dem Dotter des Hühnereies, bald mehr fest. Oft bildet es nur mikroskopische Körnchen, wie in den Säugethiereiern, während der Dotter der Fische Tropfen enthält, die man schon mit bloßen Augen wahrnehmen kann. In vielen Fällen ist dies Fett durchaus farblos, sehr häufig aber auch gelb oder orange, zuweilen selbst von grüner, hochrother oder violetter Farbe, die sich dann dem ganzen Dotter mittheilt. Das Keimbläschen mit einfachen oder mehrfachen Keimflecken ist ebenfalls ein constantes Gebilde in denjenigen Eiern, welche noch innerhalb des Eierstockes befindlich sind. Es liegt stets in der Nähe der Peripherie des Dotters und meist an der Innenwand der Dotterhaut angelagert. Das Ei innerhalb des Eierstockes zeigt demnach durchaus beständige, unzweideutige Charaktere, und wenn es nicht früher bei

den Säugethieren entdeckt wurde, ſo lag die Schuld daran, daß man erwartete ein Gebilde zu finden, welches mit bloßen Augen ſich leicht entdecken ließe und einige Aehnlichkeit mit dem ſo wohl bekannten Vogelei beſäße. Durch die Exiſtenz der Follikel irre geleitet, vergaß man den Inhalt derſelben genauer zu unterſuchen.

Jeder meiner Leſer kennt das Hühnerei, und es mag deshalb nicht unſtatthaft ſein, einen Augenblick auf die Structur deſſelben einzugehen, um zu zeigen, in welchem Verhältniſſe der Bau deſſelben zu demjenigen des Säugethiereies ſteht. Es iſt leicht, durch Oeffnung einiger friſchen und einiger hartgekochten Eier ſich eine Anſchauung dieſer Verhältniſſe zu verſchaffen, ein Verfahren, welches weſentlich zum Verſtändniſſe des Vorigen beitragen möchte. Die Kalkſchale, welche das Hühnerei umſchließt, iſt in ihrem Innern von einer dünnen, milchweiß gefärbten Haut ausgekleidet, welche die Schalenhaut heißt. Auf dieſe folgt das Eiweiß, das nach innen, gegen den Dotter hin, ſtets dickflüſſiger wird, und in deſſen Innern man zwei ſpiralartig gedrehte Stränge unterſcheidet, welche von den beiden Polen des Eies gegen den Dotter hinlaufen und dieſen in ſeiner Lage zu erhalten ſcheinen. Dieſe beiden Stränge, die ſogenannten Hagelſchnüre oder Chalazen, ſind nur aus feſterem Eiweiß gebildet und ein Reſultat der ſpiraligen Drehung des Eies im Eileiter. Alle die genannten äußeren Theile des Hühnereies: Kalkſchale, Schalenhaut, Eiweiß und Hagelſchnüre, finden ſich nicht an dem Säugethierei und eben ſo wenig an dem Vogelei, ſo lange dieſes noch in dem Eierſtocke eingeſchloſſen iſt. Sie werden erſt ſpäter, nach der Lostrennung des Eies von dem Eierſtocke, während der Wanderung der Dotterkugel durch den Eileiter, umgebildet, und können deshalb bei einer Vergleichung des Hühnereies mit dem Eierſtocksei des Säugethieres nicht in Betracht gezogen werden.

Im Innern des Eiweißes ſchwimmt bei dem Hühnerei eine orangegelbe Kugel, die Dotterkugel (ſ. Fig. 67, S. 466), deren dickliche Flüſſigkeit beim Kochen erſtarrt. In friſchem Zu-

ſtande wird dieſe Flüſſigkeit in Kugelform erhalten durch eine feine, aber doch ziemlich feſte Haut, die Dotterhaut, von deren Exiſtenz man ſich leicht überzeugen kann, indem man den Dotter von dem Eiweiße befreit und ihn dann aufſticht, ſo daß die Flüſſigkeit herausläuft. Man ſieht dann die Dotterhaut ſich kräuſeln und Falten werfen. Der Dotter beſteht deutlich aus zweierlei Subſtanzen, wie man leicht ſehen kann, wenn man einen ſenkrechten Schnitt durch ein hartgekochtes Ei führt.

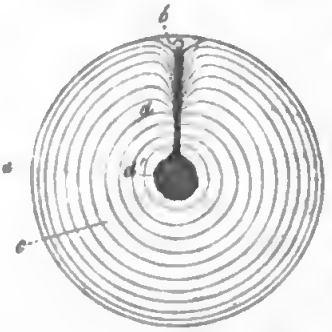


Fig. 67.

Schematiſcher Durchſchnitt durch den Dotter des Hühnerei's. a. Dotterhaut. b. Hahnentritt (Keimſchicht, Bildungsdotter) mit dem Keimbläschen. c. Gelber, geſchichteter Nahrungsdotter. d. Hals d'. Mittlere Anſammlung des weißen Dotters.

Im Innern findet ſich eine weißlichere Maſſe, während die äußere Dotterſubſtanz ſtets feſter und gelber erſcheint. Der innere, weißliche Dotter hat eine flaſchenförmige Geſtalt — der Boden der Flaſche nimmt den Mittelpunkt des Eies ein — der Hals würde an derjenigen Stelle des Dotters, welche von demſelben nach oben gekehrt wird, nach außen münden. An dieſer Stelle, die ſich ſtets, wie man auch das Ei drehen mag, beim Oeffnen zeigt, ſieht man einen weißlichen Ring, der meiſt in der Mitte durchſichtig iſt und zuweilen mehre concentriſche Kreiſe um ſich hat. Man nennt dieſe Stelle den Hahnentritt, die Keimſchicht oder den Bildungsdotter. In der Mitte des Hahnentrittes liegt bei noch unentwickelten Eiern das Keimbläschen mit dem Keimflecke eingebettet. Auch in dem Vogel iſt das Keimbläschen außerordentlich klein und nur unter dem Mikroſkope ſichtbar, meiſtens auch ſchon verſchwunden, wenn das Ei gelegt iſt, während es in dem Ei, das noch nicht den Eierſtock verlaſſen hat, deutlich erkannt werden kann. Die weißlichen Ringe, zwiſchen denen das Keimbläschen eingebettet iſt, ſind von eigen-

thümlich gestalteten Dotterelementen gebildet. Verfolgt man nun die Entwickelung des Hühnereies innerhalb des Eierstockes nach rückwärts, so zeigt sich Folgendes : Betrachtet man den Eierstock eines Huhnes, der, wie jedem bekannt, eine traubenförmige Gestalt hat, einfach ist und hart an der Wirbelsäule etwas mehr an der linken Seite liegt, so erscheinen die Eier um so weißlicher, je kleiner sie sind. Der Hahnentritt wird immer undeutlicher, je jüngere Eier man betrachtet, und es erscheint das primitive Ei aus einem hellen, großen Keimbläschen und einem körnigen weißlichen Dotter zusammengesetzt. Die bildenden Bestandtheile sind demnach durchaus dieselben, wie bei dem Säugethierei, und dies Ei liegt ebenso in dem vom Eierstocke gebildeten Eisacke, wie das Säugethierei in seinem Follikel. Nun aber tritt ein Unterschied ein. Es bilden sich bedeutende Absätze schichtenweiser Lagen von Zellen, die sich auf den körnigen Dotter niederschlagen und so allmählich als gelber Dotter sich darstellen und die Hauptmasse des Eies ausmachen. Der innere körnige weißliche Dotter des Vogeleies mit dem Keimbläschen und dem darum angehäuften Bildungsdotter ist demnach der primitive Dotter; die gelbe Hauptmasse erst eine spätere innere Ablagerung. Auf diese Weise entsteht der Unterschied, welcher sich zwischen dem Hahnentritte, dem gelben Dotter an der Peripherie und dem weißen im Innern schon dem bloßen Auge bemerklich macht. Diese Verschiedenheit entwickelt sich erst gegen die Reife des Eies hin; in dem unreifen Eierstockseie zeigt sich der Dotter eben so gleichförmig in allen seinen Theilen, wie in dem Säugethierei, und erst durch die Ausbildung des Eies wird eine Verschiedenheit gegeben, die wir mit den Worten : „Bildungsdotter“ und „Nahrungsdotter“ bezeichnen können, indem der primitive Dottertheil wesentlich zur ersten Bildung des Embryo's in Beziehung steht, während der gelbe spätere Dottertheil zum weiteren Ausbau und zur Nahrung des schon gebildeten Embryo's verwendet wird. Bei den Säugethieren fehlt eine solche Trennung zwischen Bildungsdotter und Nahrungsdotter durchaus, da hier der Embryo wesentlich durch von der Mutter zugeführten Stoff ernährt wird.

Man glaubte früher, die Follikel im Eierſtocke der Säugethiere und Menſchen für die eigentlichen Eier halten zu müſſen, während ſie doch wirklich den traubenförmigen Säcken entſprechen, in welchen die Eier des Vogels und der meiſten eierlegenden Thiere eingehüllt ſind. In der That ſind auch die Eiſäcke innerlich mit Zellen gepflaſtert, welche große Aehnlichkeit mit denjenigen beſitzen, die das Ei der Säugethiere im Innern des Follikels umhüllen und die ſogenannte Keimſcheibe bilden. Der Follikel der Säugethiere und des Menſchen unterſcheidet ſich demnach nur dadurch von dem Eiſacke anderer Thiere, daß er verhältnißmäßig zu dem Eie eine ungemeine Größe erreicht und viele Flüſſigkeit enthält, in welcher das klein bleibende Ei ſchwimmt, während bei den eierlegenden Thieren der Eiſack das Ei, welches ein bedeutendes Volumen erreicht, von allen Seiten dicht umſchließt. Ebenſo erſcheint der Eierſtock des Menſchen nur deshalb nicht traubig, wie derjenige der Vögel und vieler Säugethiere, weil die faſerige Zwiſchenſubſtanz zwiſchen den Eiſäcken bei letzteren nur ſehr wenig entwickelt iſt, während ſie in dem menſchlichen Eierſtocke alle Zwiſchenräume der Follikel erfüllt.

Die Entwickelung des Eies innerhalb des Eierſtockes erſchien von jeher als ein äußerſt wichtiges Problem, und iſt bis jetzt noch nicht ganz vollſtändig gelöſt worden. Bei den Säugethieren iſt dies Verhältniß ſchwer zu ermitteln, da die große Menge der faſerigen Grundſubſtanz des Eierſtockes die jungen Eier zu ſehr umhüllt. Betrachtet man aber die dünnen häutigen Blätter, aus welchen die Eierſtöcke der Fiſche gebildet ſind, ſo zeigen ſich in dieſen die kleinſten Eier ganz hüllenlos zwiſchen den Faſern eingebettet, und erſt um die größeren findet man deutliche Eiſäcke. Man möchte hier faſt verſucht werden, anzunehmen, das entſtehende Ei verhalte ſich etwa ſo, wie ein eingedrungener fremder Körper, um welchen ſich allmählich ein Balg bildet, der ihn einhüllt und abſchließt von der umgebenden Subſtanz der Organe und in dem Verhältniß wächſt, als der durch den fremden Körper verurſachte Reiz zunimmt. Bei den Säugethieren und dem Menſchen erſcheinen die Graaf'ſchen Bälge ſehr früh. Sie zeigen

ſich als ein Zellenhaufen um eine centrale Zelle, das Keimbläschen des werdenden Eies. Der Zellenhaufe umgiebt ſich ſehr bald mit einer Haut — der Haut des Follikels —, um das Keimbläschen lagert ſich Dottermaſſe und die anfangs äußerſt feine Dotterhaut, und das Gebilde erſcheint nun als ein Balg, innen mit Zellen gepflaſtert, der ein primitives Ei ganz eng umſchließt. Später wird der Balg größer und das Ei, das ihn Anfangs ganz ausfüllte, lagert dann an ſeiner Peripherie. Dieſe Beobachtung enthält auch ſchon die Geſchichte der einzelnen Elemente des Eies — man ſieht, daß das Keimbläschen vor dem Dotter vorhanden iſt. Bei vielen anderen Thieren hat man daſſelbe beobachtet. So hat man namentlich in den röhrenförmigen Eierſtöcken der Inſecten geſehen, daß die äußerſten feinen Enden dieſer Organe noch freie, iſolirte Keimbläschen enthalten, während im weiteren Verlaufe der Röhre ſich vollſtändig entwickelte Eier mit Dotterhaut, Dotter und eingeſchloſſenen Keimbläschen befinden. Bei einer ganzen Ordnung der Eingeweidewürmer, den Trematoden, findet ſich der Eierſtock in zwei beſondere Organe zerſpalten. In dem einen dieſer Organe, dem Keimſtocke, werden nur die Keimbläschen gebildet, die ſpäter in das zweite Organ, den Dotterſtock, übertreten und dort Dotter und Dotterhaut umgebildet erhalten. Es kann alſo nach dieſen Beobachtungen nicht bezweifelt werden, daß das Keimbläschen ſich zuerſt bildet, daß aber je in der Succeſſion der Dottergebilde und des Eiſackes Verſchiedenheiten auftreten können, indem bald hier der Eiſack, bald dort der Dotter mit der Dotterhaut ſich früher um das primitive Keimbläschen umbildet.

Bei vielen Thieren ſetzt ſich der Eierſtock unmittelbar in den Eileiter fort, der die Producte nach außen führt. Bei dem menſchlichen Weib hingegen iſt der Eierſtock vollkommen iſolirt und von dem Eileiter getrennt. Dieſer letztere bildet jederſeits eine enge Röhre, welche ſich gegen den Eierſtock hin in Form eines Trichters öffnet. Der Rand dieſes Trichters iſt mit Falten und Franſen beſetzt, welche den Eierſtock umfaſſen und

das aus demſelben herausfallende Eichen auffangen können. Die Wandungen der Eileiter ſind überall aus muskulöſen Faſern geſponnen und dadurch energiſcher Zuſammenziehungen fähig, welche, wie diejenigen des Darmes, ſich wurmförmig von dem Trichter nach unten hin fortſetzen und auf dieſe Weiſe einen innerhalb des Eileiters befindlichen Körper von dem Trichter weg nach unten fortbewegen können. Auf der innern Fläche des Eileiters befindet ſich eine große Anzahl von Drüſen, welche das Eiweiß abſondern. Außerdem aber iſt noch dieſe innere Fläche mit einer

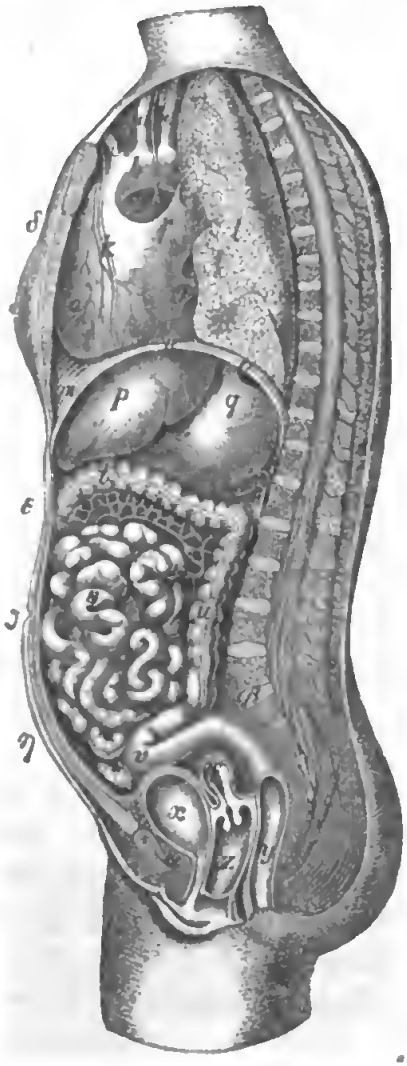


Fig. 68.
Durchſchnitt des weiblichen Körpers.

w. Die Gebärmutter, in der Mitte durchſchnitten, ſo daß man ihre innere Höhle ſieht, welche die Fortſetzung der Scheide z bildet. Eileiter und Eierſtöcke, als ſeitliche ſymmetriſche Organe, ſind nicht ſichtbar. x. Harnblaſe. y. Maſtdarm. α. Schambein.

ſehr lebhaften Wimperbewegung ausgeſtattet, deren Richtung von dem Trichter aus abwärts geht. Es iſt ſomit ſowohl durch die wurmförmigen Zuſammenziehungen als durch die Richtung der Wimperbewegung Alles darauf eingerichtet, daß in dem Eileiter enthaltene Körper, und zwar namentlich die Eier, durch die Röhre nach außen geſchafft werden können.

Beide Eileiter münden mit ihrem unteren Ende bei dem Menſchen in einen mittleren Körper ein, der die Gebärmutter oder der Uterus heißt. Im gewöhnlichen jungfräulichen Zuſtande hat dieſer Körper eine plattgedrückte, birnförmige Geſtalt, ſehr dicke, aus eigenthümlichen Faſern gewebte Wände, und nur eine kleine innere Höhlung, welche eine dreieckige Geſtalt hat, und in deren beide hintere Zipfel die Eileiter ausmünden. Die Gebärmutter iſt der Behälter, in welchem bei den Säugethieren der Fötus ſich entwickelt. — Die Geſtalt dieſes Behälters wechſelt außerordentlich bei den verſchiedenen Säugethieren. Nur bei der geringen Minderzahl derſelben iſt die Gebärmutter einfach, wie bei dem Menſchen; bei den meiſten iſt ſie mehr oder minder tief in zwei ſeitliche Theile, ſogenannte Hörner geſpalten, an deren Ende der Eileiter einmündet. Im Innern der doppelten oder einfachen Höhle bettet ſich das Ei ein, ſobald es durch den Eileiter hindurchgegangen iſt, und verbleibt darin bis zu ſeiner Ausſtoßung im Momente der Geburt. Der Uterus iſt deshalb einer außerordentlichen Ausdehnung fähig. Er erfüllt gegen das Ende der Schwangerſchaft faſt gänzlich die Bauchhöhle, indem die übrigen Eingeweide auf den kleinſten Raum zurückgedrängt werden. Die Frucht ſelbſt tritt in einen organiſchen Zuſammenhang mit den Wänden der Gebärmutter, aus deren Blutgefäßen ſie, wie wir ſpäter ſehen werden, ihre Nahrung zieht. Zu dieſem Endzwecke vergrößern ſich die Blutgefäße des Uterus in demſelben Verhältniſſe, wie ſich ſein Umfang vergrößert und ſeine Faſern an Maſſe zunehmen. Die Zuſammenziehungen dieſer Faſern ſind es, welche bei der Geburt die Frucht aus der Höhle des Uterus hinaustreiben und nachher die Gebärmutter wieder

allmählich auf einen Umfang zurückführen, welcher dem urſprünglichen jungfräulichen Zuſtande nahe kömmt.

Es iſt zu unſerm Zwecke unnöthig, hier näher auf Geſtalt und Structur der äußeren Zeugungsorgane einzugehen, welche hauptſächlich nur dem Zwecke der Begattung entſprechend gebaut ſind, und die Berührung der beiderſeitigen Zeugungsſtoffe, des Samens und des Eies, vermitteln ſollen. An welchem Orte dieſe Berührung bei den Säugethieren zu Stande kommt und welcher Art die Vorgänge ſeien, die ſich zur Berührung dieſes Zweckes die Hand bieten, dies darzuſtellen ſoll der Gegenſtand der folgenden Briefe ſein.

Neunzehnter Brief.

Die Zeugung der Thiere.

Alle Organismen ohne Ausnahme haben eine bestimmte Lebensdauer, während welcher sie sich entwickeln, eine Zeit lang auf einem gewissen Höhepunkte erhalten, nachher von diesem zurücksinken, der endlichen Auflösung und dem Tode verfallen. Es würde sonach, da der Tod allen Organismen unvermeidlich bevorsteht, und bei den Thieren, im Verhältniß zu den Pflanzen, die Lebensdauer nur sehr kurz ist, die Ausrottung der Art unvermeidlich sein, wenn nicht die Zeugung und Fortpflanzung das Mittel an die Hand gäbe, auch nach dem Untergange der gerade lebenden Individuen durch Fortpflanzung die Art zu erhalten. Wenn wir uns umschauen in dem Thierreiche, so sehen wir die Fortpflanzung in mannichfacher Art bewerkstelligt, und die Vergleichung dieser verschiedenen Vorgänge mit demjenigen beim Menschen ergiebt viele der wichtigsten Resultate, die wir dem Leser nicht vorenthalten dürfen.

Oft und viel hat man, namentlich in älteren Zeiten, von der Urzeugung oder geschlechtlosen Zeugung gewisser Thiere gesprochen. Man verstand darunter die unmittelbare Erzeugung lebender Wesen aus organischen Stoffen, welche in keiner durch Fortpflanzung bedingten Beziehung zu diesen Wesen standen. Je mehr indeß die Fackel der Wissenschaft in das Dunkel leuchtete, welches die Entstehungsweise der thierischen

Organismen umhüllte, desto mehr wurden diese Ansichten von einer Generatio aequivoca, wie man die Urzeugung auch ziemlich allgemein nannte, zurückgedrängt. Wenn man indessen auch bald einsah, daß die Aale nicht, wie der alte Aristoteles noch glaubte, aus dem Schlamme der Gewässer oder die Maden aus den faulenden Leichnamen entstünden, so behielt man dennoch hinsichtlich einiger Thierklassen die alte Meinung bei, und noch mancher Naturforscher unserer Tage sucht dieselbe zu vertheidigen und mit Gründen zu belegen. Es waren namentlich die Infusionsthierchen, die Eingeweidewürmer und einige schmarotzende Insecten, bei welchen man die Urzeugung aus ungleichartigen Stoffen, nicht aber aus vorher vorhandenen Keimen annehmen zu müssen glaubte, und in der That sprechen manche Erscheinungen für eine solche Annahme, die wir um so ausführlicher besprechen müssen, als es leicht gelingt, den Laien oder den flüchtigen Beobachter für dieselbe zu gewinnen.

Uebergießt man irgend einen organischen Stoff, welcher Art er auch sei, mit Wasser und läßt ihn einige Zeit an der freien Luft stehen, so entwickeln sich alsbald eine Menge mikroskopischer Pflanzen und Thiere, welche in der faulenden Materie wuchern und aus derselben entstanden zu sein scheinen. Die große Menge dieser mikroskopischen Pflanzen und Thierchen, ihre so äußerst schnelle Entstehung und die Gleichartigkeit derselben unter gleichen Verhältnissen schienen die Annahme zu rechtfertigen, daß diese schmarotzenden Organismen unter der gleichzeitigen Einwirkung von Luft, Wasser und organischer Substanz entstanden seien. Es bedurfte entscheidender Versuche, um zu zeigen, daß diese Infusionsthierchen und Schimmelpflanzen entweder lebend, aber im vertrockneten und eingekapselten Zustande, oder auch als Keime und Sporen in der Luft umherschwebten, und in dem Aufgusse einen geeigneten Mutterboden fänden, in welchem sie sich entwickelten. Man mußte zeigen, daß die Entstehung solcher Organismen unmöglich sei, sobald die Keime derselben in der Luft, in dem Wasser und in der organischen Substanz, welche man zum Aufgusse wählte, vollkommen zerstört waren, und auf

der andern Seite mußte man beweiſen, daß die Fortpflanzungsfähigkeit dieſer niederen Organismen wirklich hinreichend groß ſei, um in wenigen Stunden oder Tagen Tauſende von Individuen erzeugen zu können.

Die Unterſuchungen über Infuſorien und Schimmelpflanzen beweiſen in der That, daß die Fortpflanzungsthätigkeit derſelben außerordentlich ſei. Ein Schimmelfaden, welcher in wenigen Stunden aus einem Keimkorne, einer Spore hervorwuchert, ſtreut nach Verlauf dieſer Zeit Hunderttauſende von unendlich kleinen Sporen aus, die eben ſo ſchnell wuchern und ſich vervielfältigen. Niedere Infuſorien theilen ſich der Länge und Quere nach, und jedes aus der Theilung hervorgegangene Thier kann ſich nach Verlauf weniger Stunden von neuem theilen, ſo daß die Fortpflanzung in geometriſcher Reihe ſich vervielfältigt; Räderthierchen, welche einer eigenen, höher organiſirten Klaſſe von wurmartigen Geſchöpfen angehören, pflanzen ſich durch Eierlegen ſo ungemein ſchnell fort, daß ein einziges Mutterthier binnen weniger Tage eine Nachkommenſchaft von mehreren tauſend Individuen haben kann. So iſt demnach die äußerſt ſchnelle Vermehrung ſolcher Organismen durch mütterliche Zeugung eine erwieſene Thatſache, und nicht minder groß iſt die Lebensfähigkeit dieſer Thiere und Pflanzen, ſowie ihrer Keime. Räderthierchen, Bärthierchen und Infuſorien leben wieder auf beim Uebergießen mit Waſſer, nachdem ſie Jahre lang in vertrocknetem Zuſtande ſcheintodt zugebracht hatten. Selbſt nach zweimonatlichem ſcharfem Trocknen im luftleeren Raume, oder wenn ſie ſo getrocknet kurze Zeit einer Hitze von mehr als hundert Graden ausgeſetzt wurden, leben die Thierchen wieder auf, während ſie in heißem Waſſer von etwa 50 Grad Wärme ſterben. Sie können alſo einen hohen Grad trockener Hitze ertragen. Im vertrockneten Zuſtande aber ſind dieſe Thierchen ſo leicht, daß der geringſte Luftzug ſie entführt. Man hat in der neueſten Zeit nachgewieſen, daß eine Menge Infuſorien beim Austrocknen des Waſſers, in welchem ſie leben, ſich einkapſeln, und ſo, gegen die vollſtändige Austrocknung geſchützt, lange Zeit hindurch dem günſtigen Momente

entgegenharren können, wo frische Feuchtigkeit ihren Lebensproceß von Neuem unterhält. Nicht nur in dem gewöhnlichen Staube, sondern auch in dem Passatstaube, der durch die in höheren Regionen der Atmosphäre herrschenden regelmäßigen Winde oft auf ungeheuere Strecken verführt wird, hat man eine Menge von Schälchen und Panzern solcher mikroskopischer Thierchen und Pflänzchen gefunden, welche auf diese Weise aus den vertrockneten Gewässern aufgehoben und über einen bedeutenden Theil der Erdoberfläche ausgestreut wurden. Man kann deshalb wohl sagen, daß die Luft beständig mit unendlich kleinen Keimen und vertrockneten Thierchen erfüllt ist, daß die Stäubchen, welche uns im Strahle der Sonne sichtbar werden, großen Theils nichts anderes sind, als trockene Keime und organische Wesen, welche nur des günstigen Mutterbodens harren, um sich auf demselben zu vervielfältigen.

Den directen Beweis dieser Annahme liefert ein einfacher Versuch, welcher vielfach modificirt stets dasselbe Resultat giebt. Der Zweck dieses Versuches ist der, in einem Aufgusse organischer Substanz alle Keime zu zerstören, und nachher nur solche Luft zuzulassen, in welcher ebenfalls alle Keime auf irgend eine Weise zu Grunde gerichtet worden sind. Bildeten sich unter diesen Gegenständen Infusorien oder Schimmelpflanzen, so war der Beweis geliefert, daß sie auch ohne Mithülfe von Keimen, also durch Urzeugung entstehen konnten; — im Gegentheile mußte man die Erzeugung derselben den in der Luft oder im Wasser vorhandenen Keimen zuschreiben. Man stellte nun den Versuch in der Art an, daß man Fleisch z. B. in einem Kolben mit Wasser kochte, und nach längerem Kochen den Kolben so verstopfte, daß man einen Luftzug nach Belieben durch denselben streichen lassen konnte. Durch das längere Kochen wurden alle mikroskopischen Keime, Thiere und Pflanzen ertödtet, welche sich im Wasser oder auf dem Fleische befanden. Die durchstreichende Luft aber leitete man vorher durch ein glühendes Rohr, durch Schwefelsäure, Aetzkali oder irgend eine andere Substanz, und zerstörte auf diese Weise alle in dem Luftstrome enthaltenen und mit ihm weggeführten Keime, ohne die Zusammensetzung der

Luft ſelbſt im Geringſten zu ändern. Das Fleiſch zerſetzte ſich, faulte, ohne daß je eine Spur von Infuſorien entſtand. Oeffnete man aber den Kolben, oder ließ man ſelbſt durch eine winzige Oeffnung Luft eindringen, welche nicht auf die angegebene Weiſe behandelt war, ſo erzeugten ſich in wenigen Stunden große Mengen von pflanzlichen und thieriſchen Organismen, Schimmelpflanzen und Infuſorien.

Dieſer Verſuch iſt ſo ſchlagend und in ſeiner Einfachheit ſo überzeugend, daß man die Urzeugung der Infuſorien in jetziger Zeit vollen Ernſtes nicht mehr behaupten kann. Wenn auch noch in neueſter Zeit zu wiederholten Malen Einſpruch gegen das Reſultat dieſer Verſuche erhoben wurde, ſo hat ſich doch jedesmal gezeigt, daß entweder Beobachtungsfehler oder Vernachläſſigung nothwendiger Vorſichtsmaßregeln die Forſcher zur Aufſtellung irriger Schlüſſe verleitet hatten.

Eine andere Klaſſe von Thieren, für welche man bisher die Urzeugung vindicirte, iſt diejenige der Eingeweidewürmer, der inneren Schmarotzer, welche auf Koſten anderer Thiere leben. Man findet Eingeweidewürmer nicht nur in dem Darme und in deſſen Nebenhöhlen, in welche ſie von außen her gelangen können, ſondern auch in dem Innern von Organen, welche durchaus geſchloſſen ſind und in die man nicht ohne gewaltſame Zerſtörung und Durchbohrung eindringen kann. Die Drehkrankheit der Schafe wird von einem eingekapſelten Bandwurm, einem Blaſenwurm, erzeugt, der ſich im Innern des Gehirnes einniſtet; in dem Innern der Fiſchaugen, mitten in dem Glaskörper, leben ſehr oft Würmer in großer Anzahl; in dem Muskelfleiſche vieler Thiere und des Menſchen, in den inneren Häuten, ja ſelbſt in Knorpeln und Knochen findet man zuweilen Eingeweidewürmer, die unmöglich unmittelbar von außen her in die überall geſchloſſenen Organe gelangt ſein können. Welche andere Annahme ſcheint hier möglich, als die, daß ſich dieſe Schmarotzer auf Koſten der Subſtanz des lebenden Thieres erzeugt haben und nun an dem Orte ihrer Entſtehung fortleben? Hierzu kommt noch, daß jede Thierart ihre eigenthümlichen Schmarotzerthiere beſitzt, und

daß es nur sehr wenige Arten von Eingeweidewürmern giebt, welche mehreren Thieren gemeinschaftlich sind. Wie sollten diese Schmarotzer aus einem Individuum in das andere übergehen, da sie außerhalb der Organismen, in welchen sie leben, meist baldigst zu Grunde gehen und sterben? Ist es nicht viel wahrscheinlicher, daß die Schmarotzer sich in dem Thiere selbst erzeugen, und beweist nicht ihr Tod beim Uebergange in ein anderes Thier oder ins Freie, daß sie nur in demjenigen Organismus leben können, in welchem sie erzeugt sind?

Die neuen Untersuchungen über Eingeweidewürmer haben auf alle diese Fragen so vollständige Antworten gegeben, daß man den Glauben an eine Urzeugung derselben nur mit Mühe festhalten könnte. Zuerst hat die Anatomie derselben gezeigt, daß sowohl die Geschlechtsorgane, als auch die Keime und Eier bei den Eingeweidewürmern in ungeheuerer Zahl sich vorfinden. Ein Bandwurm z. B. hat in jedem seiner Glieder, deren er mehrere Tausende besitzen kann, einen vollständigen männlichen und weiblichen Geschlechtsapparat, und jedes Glied enthält Hunderte, ja Tausende von Eiern, die selbst in faulenden Flüssigkeiten und in chemisch ätzenden Substanzen sich unversehrt erhalten und auch durch Austrocknen nicht verändert werden. Ein einziger Spulwurm erzeugt in seinen fadenförmigen Eierstöcken während eines Jahres etwa sechs Millionen mikroskopischer Eichen, deren Lebenszähigkeit ebenfalls ungemein groß zu sein scheint. Weshalb nun solche unendliche Häufung der Keime in diesen und vielen anderen Schmarotzerthieren, wenn dieselben nicht zur Aussaat bestimmt wären? Wenn es wahr wäre, daß die Schmarotzer auf Kosten der sie beherbergenden Organismen entstünden, so wären die Millionen von Eiern, die ein einziges Individuum bei sich führt, eine nutzlose Verschwendung von Seiten der Natur, und wozu dann in diesem Falle die Ausstoßung dieser Keime nach außen, die bei vielen Arten sogar zu regelmäßigen Zeiten wiederkehrt? Man weiß, daß die Bandwürmer gewisser Fische ihre mit Eiern erfüllten Glieder im Frühjahre abstoßen, daß diese Glieder nach außen entleert werden, während der glieder-

loſe Kopf im Darme ſitzen bleibt. Hinter dieſem Kopfe erzeugen ſich während des Sommers und Herbſtes neue Glieder, die im Winter ſich allmählich mit Eiern füllen und im Frühjahre aufs Neue abgeſtoßen werden. Bei dem breitgliederigen Bandwurme des Menſchen, dem ſogenannten Grubenkopfe (Botriocephalus latus), zeigen ſich ähnliche Perioden der Gliederabſtoßung, die nach meiner eigenen Erfahrung zweimal im Jahre, im Frühlinge und Herbſte, wiederkehren. Zu dieſer Zeit treten meiſt die Beſchwerden, welche ein Bandwurm erzeugen kann, periodiſch mit größerer Heftigkeit auf, und endigen mit der Ausſtoßung von Gliedern, die mit reifen Eiern vollgepfropft ſind. Bei den Hunden, ja den meiſten mit Bandwürmern geplagten Thieren findet faſt beſtändige Abſtoßung einzelner reifer, mit Eiern vollgepfropfter Glieder ſtatt, die mit dem Kothe abgehen. Spulwürmer und andere Rundwürmer kriechen, wenn ſie reife Eier oder lebendige Junge haben, aus dem After ihrer Wohnthiere hervor — es findet alſo bei den meiſten, im Darme lebenden Schmarotzer Auswanderung der Thiere oder ihrer Jungen und Eier in normaler Weiſe ſtatt.

Dieſe Thatſachen ſchon machen es wahrſcheinlich, daß die Eier der Eingeweidewürmer, welche in ſo ungeheueren Maſſen ausgeſtoßen werden, auch nur deshalb in ſo großer Zahl erzeugt wurden, damit Hunderttauſende davon zu Grunde gehen können, ohne daß darum die Art ausſtürbe. Ein oder das andere Ei findet durch Zufall einen günſtigen Mutterboden, in welchem es zu weiterer Entwickelung gelangen kann, während die übrigen, welche nicht ſo begünſtigt werden, umkommen, ohne zur Entwickelung zu gelangen. Ja man kann dreiſt behaupten, daß die ſchädlichen Einflüſſe, welche die Eichen bedrohen, ungemein zahlreich und verheerend in ihrer Wirkung ſein müſſen, wenn ſie eine wahre Ueberſchwemmung mit Eingeweidewürmern verhindern ſollen. Ein Menſch, ein Kind, das ein Dutzend Spulwürmer beherbergt, was doch wahrlich nicht allzuſelten iſt, liefert in einem Jahre 72 Millionen Eier in die Abtrittsflüſſigkeit. Dieſe wird in vielen Ländern beim Garten- und Feldbau benutzt, in anderen

fließt ſie unbenutzt in Bäche und Flüſſe. Millionen und Millionen dieſer Eier werden zu Grunde gehen, aber das eine oder andere wird, vielleicht mit einem Salatblatte, vielleicht mit einem Trunk Waſſer, wieder verſchluckt, und das einzige Individuum, welches ſich aus dieſem Eie entwickelt, genügt, um auf's Neue Millionen von Eiern zu erzeugen, welche gleichem Ungefähr anheimfallen.

Die Unterſuchungen über die Erzeugung der Bandwürmer haben die Wege, durch welche dieſelben in die Organismen gelangen, wenigſtens ſo weit aufgeklärt, daß man für viele derſelben jetzt vollkommen genau den ganzen Cyclus ihrer Entwicklung kennt. Zu dieſen genauer bekannten Arten gehört der ſchmale Bandwurm oder Kürbiswurm des Menſchen (Taenia solium), der namentlich in Frankreich und in Deutſchland vorkömmt, in der Schweiz, Polen und Holland dagegen durch eine andere Art, den breiten Bandwurm oder Grubenkopf (Bothriocephalus latus) erſetzt wird. Der ſchmale Bandwurm lebt in dem Darme des Menſchen; ſeine geſchlechtsreifen, mit Eiern gefüllten Glieder werden von Zeit zu Zeit abgeſtoßen und gelangen ſo mit dem Kothe in die Abtrittsgruben. Das Schwein iſt als nicht allzu reinliches Hausthier bekannt; es wühlt in der That in jeglichem Unrathe umher und es iſt deshalb nicht zu verwundern, wenn es mit der aus dem Miſte hervorgewühlten Nahrung zugleich Bandwurmglieder und Bandwurmeier in reichlicher Menge verſchlingt. In den Verdauungswerkzeugen des Schweines aber beginnt das Ei ſich zu entwickeln, der Embryo ſich auszubilden, ſo daß er bald die Eihülle ſprengen und in ſeiner wahren Geſtalt hervortreten kann. Der frei gewordene Embryo beſteht aber aus einem außerordentlich kleinen mikroſkopiſchen Subſtanzkügelchen, das ſich bedeutend zuſammenziehen und ausdehnen kann und an der Vorderfläche mit ſechs Häkchen bewaffnet iſt, welche nach allen Seiten hin bewegt werden können. Mittelſt dieſer Häkchen arbeitet ſich nun das Thierchen zwiſchen den Geweben des Körpers hindurch und wandert ſo nach demjenigen Orte, der ihm zur Entwicklung angewieſen iſt. Vielleicht, daß es auf ſeiner Fahrt theilweiſe die Blutbahn benutzt, wie dies von anderen Arten nachgewieſen

iſt, welche ſich in die Gefäße einbohren und gleich Blutkörperchen innerhalb derſelben kreiſend an den zu ihrer Entwicklung beſtimmten Ort gelangen; vielleicht, daß es ſich auch direct durch die Gewebe durchbohrt, wie man denn bei anderen Thieren, namentlich in der Leber und in dem Gehirne der Kaninchen und der Schafe u. ſ. w. die feinen Gänge beobachtet hat, welche dieſe Minirer zurücklaſſen. Der Beſtimmungsort des Bandwurmjungen im Schweine aber iſt das Zellgewebe unter der Haut und zwiſchen dem Muskelfleiſche des Schweines. Dort ſetzt ſich das mikroſkopiſche Junge feſt; dort wächſt es, indem es einen Bandwurmkopf mit einem kurzen Halſe bildet, welcher nach unten in einen weiten, mit Waſſer gefüllten Sack übergeht. Das Junge wird ſo nach und nach zu einem Blaſenwurme, und den Blaſenwurm des Schweines kennt Jedermann unter dem Namen der Finne. Die Geſundheitspolizei verbietet in den meiſten Ländern den Ausverkauf finnigen Schweinefleiſches; es gehört jedoch eine große Naivetät dazu, zu glauben, daſſelbe werde weggeworfen. Freilich werden die Finnen durch das Kochen und Braten getödtet; allein nichts deſtoweniger gerathen ſie häufig in lebensfähigem Zuſtande aus dem friſchen Fleiſche in den menſchlichen Magen. Man hat darauf aufmerkſam gemacht, daß die orthodoxen Juden, welche kein Schweinefleiſch eſſen, niemals von dem Bandwurme befallen werden; man hat nicht minder nachgewieſen, daß diejenigen Leute, welche durch ihr Handwerk viel mit friſchem Fleiſche zu thun haben, wie Metzger, Köche u. ſ. w., welche beim Schlachten und Wurſtmachen die Meſſer in den Mund zu nehmen und das friſche Gehäck zu verſuchen pflegen, am häufigſten vom Bandwurme geplagt werden.

Die Finne gelangt alſo in den Magen des Menſchen; dort angekommen, ſtößt ſie die Blaſe ab, wird mit dem Speiſebrei in den Dünndarm befördert, heftet ſich dort mittelſt ihres Hakenrüſſels und ihrer Saugnäpfe an und wächſt nach und nach zu dem ellenlangen Bandwurme aus, der endlich geſchlechtsreife Glieder und Eier abſtößt, welche denſelben Entwickelungskreis von Neuem beginnen.

Man hat Milchschweine, die sonst niemals finnig sind, mit menschlichen Bandwurmgliedern gefüttert und sie über und über finnig gemacht; man hat frische Finnen von Menschen verzehren lassen und ihnen auf diese Weise die Bandwurmkrankheit gegeben; man hat dieselben Beobachtungen bei anderen Thieren angestellt und überall dieselben Resultate erhalten. Man weiß jetzt, daß das Schaf drehkrank wird, indem ein eigener Blasenwurm, die Quese (Coenurus cerebralis), sich in seinem Gehirne entwickelt, weil es die mit dem Kothe des Schäferhundes auf dem Grase zerstreuten Bandwurmeier mit hinabschluckte; während der Hund bandwurmkrank wird, indem er die weggeworfenen Quesen der gefallenen oder geschlachteten Thiere mit Begierde verzehrt. Man weiß, daß der Jagdhund durch eine andere Bandwurmart erkrankt, weil ihm, nach altem Jagdbrauche, das Gewaide des Wildes gehört, in welchem, namentlich bei Hasen und Kaninchen, häufig Blasenwürmer vorkommen, während das Wild wieder Blasenwürmer bekommt, weil es mit seiner Aesung zerstreute Glieder und Eier vom Kothe des Jagdhundes hinabschluckt. Man weiß, daß die Katze, indem sie die Maus frißt, zugleich die in der Leber derselben befindlichen Bandwürmer hinabschlingt, welche in ihrem Darme zu Bandwürmern werden.

Wie unendlich häufig die mikroskopischen Embryonen und Blasenwürmer sein können, lehrt uns folgendes Beispiel. Die Mehlkäfer und ihre Larven, die Mehlwürmer, welche überall in Getreidehaufen sich finden, sind im Inneren vollgepfropft mit jungen Bandwürmern, die meist in eigene Kapseln eingeschlossen, innerhalb der Leibeshöhle an die Außenfläche des Darmes und Magens angeheftet sind. „Die Käfer und Larven," sagt der Entdecker dieser Thatsache, „welche ich auf dem Getreideboden meines väterlichen Hauses sammelte, waren im strengsten Sinne des Wortes so mit jungen, auf den verschiedensten Entwickelungsstufen stehenden Bandwürmern gespickt, daß ich die Zahl der auf dem Getreideboden vorhandenen Bandwurmindividuen, ohne mich einer Uebertreibung schuldig zu machen, weit in die Millionen schätzen muß." Sieht man sich da nicht vollständig umgeben von

Keimen, Puppenhülſen, Kapſeln und jungen Bandwürmern, von welchen Millionen zu Grunde gehen können, bis ein Individuum in den Darm eines Thieres gelangt, wo es ſich entwickeln kann? Unſer Hausgeflügel pickt mit Begierde die Mehlwürmer auf; unſer Maſtvieh, das Kleie, Schrot u. ſ. w. erhält, ſchlingt mit dieſer Nahrung nicht nur eine Menge von Mehlwürmern, ſondern auch deren Excremente hinab. In dem Mehle, womit die Bäcker das tägliche Brod zu beſtreuen pflegen, in dem Mehlpulver, welches beim Herumwälzen der eben gebackenen Laibe an der Unterfläche hängen bleibt, verzehren die Hausthiere eine Menge von Excrementen der Mehlwürmer, in denen ohne Zweifel Bandwurmeier und junge Bandwürmer ſich finden. Wo ſie ſich feſtſetzen, wiſſen wir noch nicht, allein daß ſie auf einem der angedeuteten Wege zu ihrem Beſtimmungsorte gelangen können, unterliegt keinem Zweifel.

Die vorſtehenden Beobachtungen werfen ein Licht auf das Vorkommen ſchmarotzender Thiere in völlig geſchloſſenen Organen, zu welchen kein Weg nach außen führt, wie z. B. mitten in den Muskeln, im Gehirne, in den Augen u. ſ. w. Die Embryonen, die jungen Thierchen bohren ſich auf die leichteſte Weiſe durch die Gewebe des ſie beherbergenden Thieres durch und ſind meiſtens ſogar mit beſonderen Stacheln, Haken oder ähnlichen Vorrichtungen verſehen, welche ſpäter abfallen, ſobald der Ort der weiteren Entwickelung erreicht iſt. Man hat viele Beobachtungen über Wanderungen dieſer Art, von welchen ich nur einige erwähnen will.

So findet man in den Fröſchen zu einer gewiſſen Zeit ſehr häufig eine Art von Fadenwürmern, die ſich frei in der Bauchhöhle bewegen, und meiſtens in der Nähe der großen Gefäßſtämme, welche aus der Leber in das Herz treten, ſich aufhalten. Dieſer Fadenwurm gebiert lebendige Junge; — ſeine inneren Geſchlechtstheile, welche oben Eier enthalten, ſind gegen ihr unteres Ende hin ſtrotzend angefüllt mit Jungen, die ſich ſehr lebhaft bewegen und vollkommen den Eſſigälchen gleichen, welche Jedermann wohl aus eigener Anſchauung kennt. Unterſucht man nun das

Blut eines Frosches, in welchem solche trächtige Fadenwürmer sich finden, so sieht man die Jungen in großer Anzahl innerhalb der Blutgefäße umhertreiben und mit den Blutkörperchen durch den Körper kreisen. Ich habe Frösche gefunden, wo man in jedem kleinsten Haargefäße der Schwimmhäute oder der durchsichtigen Nickhäute des Auges solche junge Fadenwürmchen antraf, die sich lebhaft schlängelten und vollkommen in ihrem Elemente zu befinden schienen. Nach einiger Zeit verschwinden diese Würmchen aus dem Blute. Allein nun findet man sämmtliche Baucheingeweide, besonders aber die drüsigen Organe und das Bauchfell, mit unzähligen kleinen weißen Punkten durchsäet, welche man unter dem Mikroskope als Kapseln erkennt. Diese Kapseln liegen im Inneren der Gewebe, aber stets in der Nähe von Blutgefäßen, und manchmal sieht man sie fast wie Perlschnüre längs den kleineren Blutgefäßstämmchen aufgereiht. Jede dieser Kapseln enthält einen aufgerollten Fadenwurm, der nach einiger Zeit die Puppenhülse durchbricht, um in die Bauchhöhle zu gelangen und dort bis zur vollständigen Größe anzuwachsen.

Betrachtet man die Vertheilung der Schmarotzer, welche im Inneren von Organen sich aufhalten, so sieht man dieselben fast immer in der Nähe größerer oder kleinerer Blutgefäßstämme, und zwar an solchen Orten, wo die Blutgefäße nur dünne Wandungen besitzen und demnach leicht durchbohrt werden können. Die Puppenhülsen sitzen stets ganz in der Nähe der Blutgefäße im Inneren der Gewebe. Es kann somit keinem Zweifel unterworfen werden, daß viele Schmarotzer, welche im Inneren von Organen leben, durch die Blutgefäße dorthin gelangen, daß sie als Junge in mikroskopischer Kleinheit in die Blutgefäße sich einbohren, eine Zeit lang in denselben mit dem Blute umherkreisen, und an den zu ihrer Entwickelung geeigneten Orten die Blutbahn aufs Neue verlassen, um sich im Inneren der Gewebe anzubauen. Die erwähnten Beobachtungen sind nicht die einzigen, welche solches Kreisen der Eingeweidewürmer mit dem Blute darthun; man hat dergleichen in Fischen, Hunden und anderen Thieren gesehen.

Vor einigen Jahren machte die Entdeckung eines faſt mikroſkopiſchen Fadenwurmes, der eingekapſelt in unzähligen Mengen in den Muskeln einiger Leichen gefunden wurde, vieles Aufſehen. Das Muskelfleiſch war mit kleinen weißen Punkten, ſtecknadelkopfgroßen Kapſeln durchſäet, in deren Innerem der Wurm ſpiralig zuſammengerollt lag. Die Trichina spiralis, ſo nannte man dieſen Wurm, iſt jetzt hinſichtlich ihrer Naturgeſchichte wohl bekannt. Sie lebt in Kaninchen, Schweinen, Menſchen, nicht aber in Hunden, zu Millionen im Muskelfleiſche. Wird das inficirte Fleiſch gegeſſen, ſo wird der noch geſchlechtsloſe Wurm im Magen frei, bohrt ſich durch die Darmwände in die Bauch- und Bruſthöhle ein, erhält Geſchlechtstheile und Eier und endlich lebendige Jungen, welche ſich bis in die Muskeln durchbohren und oft durch ihre Menge eine tödtliche Krankheit verurſachen. Daß ſolche mikroſkopiſche kleine Thierchen, wenn ſie die Gewebe durchbohren, weder Löcher noch Narben hinterlaſſen, welche die Durchbohrungsſtelle angeben, iſt wohl von vorne herein erſichtlich. Wäre es ja doch unmöglich, die Narbe eines Nadelſtiches aufzufinden, wie viel weniger die Spur einer ſolchen Durchbohrung, die von einem Thierchen gemacht wurde, von welchen mehrere Hunderte zuſammengebunden werden müſſen, um die Dicke einer einzigen Nadel zu erreichen! Das oben angeführte Beiſpiel von dem Froſche weiſt eine Circulation nach, die in demſelben Thiere ſtattfindet; die Trichina geht von einem Individuum derſelben Art zum anderen; das Kaninchen, welches mit Trichinen beſetztes Kaninchenfleiſch frißt, wird ſelbſt inficirt; — bei den meiſten Blaſenwürmern findet die unfreiwillige Wanderung, gewöhnlich von einem Pflanzenfreſſer auf den Fleiſchfreſſer, in der Weiſe ſtatt, daß das inficirende Thier vom inficirten gefreſſen wird und wieder in deſſen Koth ſeine Infection findet.

Seitdem man einmal aufmerkſam geworden war auf die mikroſkopiſchen Würmchen, welche im Blute kreiſen, auf die eingekapſelten Schmarotzer, welche in allen Eingeweiden, in den Falten des Bauchfelles u. ſ. w. ſich finden, wurde es durch

wiederholte Beobachtung zum faſt durchgreifenden Geſetz erhoben: daß die ſchmarotzenden Würmer in ihren Jugendzuſtänden namentlich ſich durch die Gewebe hindurch Wege bahnen können. Man fand auch bald, daß dies namentlich dann geſchah, wenn die Schmarotzer aus einem Wohnthiere in ein anderes übergeführt wurden, und man überzeugte ſich ebenſo, daß die Entwickelung vieler Schmarotzer einzig auf die Wanderung durch verſchiedene Thiere hindurch berechnet iſt. Der Schmarotzerwurm, der in einem gewiſſen Wohnthiere ſein Leben beginnt, kommt gewöhnlich in demſelben nur bis zu einem gewiſſen Grade der Entwickelung, auf dem er ſtets innerhalb dieſes Wohnthieres ſtehen bleibt. Wird aber dieſes Wohnthier von einem anderen gefreſſen und gelangt hierdurch der Schmarotzer in den Darm eines anderen Thieres, ſo entwickelt er ſich in demſelben weiter. In den meiſten Fällen iſt die geſchlechtliche Ausbildung an eine ſolche Ueberpflanzung aus einem Wohnthiere in das andere geknüpft. So findet man in dem gemeinen Stichling, einem kleinen Fiſche, der in allen Gewäſſern und Pfützen Mitteleuropas wohnt, einen beſonderen Bandwurm, deſſen Geſchlechtstheile, ſo lange er ſich im Fiſche befindet, ſtets in unentwickeltem Zuſtande bleiben. Wird aber der Stichling von warmblütigen Thieren, Waſſervögeln, Waſſerratten oder dergleichen Beſtien gefreſſen, ſo ſetzt ſich der Bandwurm im Darmkanale dieſer Geſchöpfe feſt und entwickelt ſich nun ſo vollſtändig, daß man ihn früher für eine andere Art anſah. Seine Glieder enthalten dann vollkommen ausgebildete Geſchlechtsorgane mit reifen Eiern, welche durch den Koth der Vögel in das Waſſer gelangen, dort von den Stichlingen, die ſich großen Theils von faulenden thieriſchen und pflanzlichen Stoffen nähren, gefreſſen werden, und aufs Neue in dem Darmkanale dieſer Letzteren den Cyclus ihres Lebens beginnen.

Es zeigen dieſe Beiſpiele, die ich noch bedeutend vervielfältigen könnte, daß viele Paraſiten ihren Lebenscyclus in verſchiedenen Thieren durchlaufen müſſen, und zwar in ſolchen, welche einander zum Raube dienen, ſo daß der Schmarotzer aus

einem Thiere unmittelbar in das andere übergeht und dort allmählich seine Metamorphose erleidet. Es giebt hingegen auch Arten von Schmarotzern, welche längere Zeit frei wie andere Thiere leben und nur gewisse Perioden ihres Daseins als Schmarotzer hinbringen. Man trifft häufig in Gewässern aller Art einen ellenlangen Wurm, der drehrund und nicht dicker als ein Zwirnfaden, und bei dem Volke unter dem Namen des Wasserkalbes (Gordius aquaticus der Zoologen) bekannt ist. Wie lange dieses Thier frei im Wasser zubringe, weiß man nicht mit Bestimmtheit; so viel aber ist gewiß, daß man es Monate lang lebend in einem Glase mit Wasser erhalten kann und daß es lange Zeit als Schmarotzer in der Bauchhöhle der Heuschrecken sich aufhält. Mehrere Beobachter schon sind Zeugen gewesen, wie solche Wasserkälber aus dem Leibe anscheinend kranker Heuschrecken hervorbrachen, und sogar erst dann vollständig dieselben verließen, als sie außerhalb einen feuchten Boden oder Wasser fanden, in welchem sie fortleben konnten. Andere Beobachter haben sich überzeugt, daß die Wasserkälber wirklich wie Schlangen an den Rändern der Tümpel auf Heuschrecken und ähnliche Insecten lauern, in deren Leib sie sich einbohren, um eine Zeit lang darin zu verweilen.

Noch auffallender, als die erwähnten Thatsachen, ist diejenige Fortpflanzungsart mancher Eingeweidewürmer, welche man in der neuesten Zeit unter dem Namen der Ammenzeugung oder des Generationswechsels kennen gelernt hat. Wir wollen eine dieser Metamorphosen näher beschreiben, da eine bloße Definition nicht hinreichen würde, den Begriff des Generationswechsels vollständig darzulegen. In den Lungen und Luftröhren vieler Wasservögel finden sich eigenthümliche Schmarotzer, Monostomen genannt, welche lebende Junge zur Welt bringen, die durchaus infusorienartig gestaltet sind und mittelst eines Ueberzuges von Flimmerhaaren im Wasser schwimmen können. Das Merkwürdigste an diesem wimpernden Jungen des Monostomums ist, daß die hinteren zwei Drittel des durchsichtigen, eingeweidelosen Körpers von einem weißlichen, mehr undurchsichtigen Körper

erfüllt werden, welcher anfangs wie ein Organ des Jungen aussieht, da er stets dieselbe Lage hat und immer in derselben Weise in allen Jungen angetroffen wird. Bald aber sieht man, daß dieser weißliche Körper sich bewegt, und daß es in der That ein sackförmiger Wurm mit zwei Seitenzipfeln und einem spitzen Hinterende ist, welcher sich träge hin und her bewegt, zusammenzieht, ausdehnt und endlich das Junge, in dem er lag, förmlich sprengt, um frei hervor zu treten. Die flimmernde Hülle bleibt zurück und zersetzt sich bald. Aus dem frei schwimmenden Jungen ist ein träger Wurmsack hervorgegangen, der in seiner Natur freilich schon mehr auf das Mutterthier hinweist.

Man besitzt jetzt durch Mehrung der Beobachtungen die Kenntniß einer ganzen Stufenleiter derartiger Wurmschläuche, die sich meistens in Wasserthieren, Schnecken und Muscheln finden. Die Einen sind vollständig organisirt, besitzen ein Kopfende, eine Mundöffnung, einen Schlundkopf und einen kurzen Darmkanal; die Anderen, die am entgegengesetzten Pole der Reihe stehen, sind stellenweise angeschwollene, lange, oft seltsam verfilzte und meist regungslose Hohlfäden. Zwischen diesen beiden Endpolen finden sich eine Menge Zwischenstufen jeglicher Ausbildung, contractile Schläuche ohne bestimmte Organe, träge Säcke mit ganz verkümmerten Eingeweiden und von mannichfaltiger Gestalt. Alle diese Wurmsäcke kommen aber darin überein, daß in ihrem Inneren sich freie Knospen bilden, welche bei ihrem ersten Auftreten einem geballten Häufchen körniger Substanz gleichen und die sich nach und nach zu einer besonderen Wurmform ausbilden, welche man Cercarien genannt hat. Es besitzen diese Cercarien zwei Saugnäpfe an der Bauchfläche, mit denen sie sich anheften können, einen Mund, gabelförmigen Darmkanal und gewöhnlich einen langen Schwanz, welcher von dem vorderen Körper deutlich abgesetzt ist. Der Körpertheil ohne den Schwanz gleicht durchaus jenen Plattwürmern, die man unter dem Namen der Doppellöcher oder Distomen kennt und von denen der sogenannte Leberegel der Schafe ein bekanntes Beispiel bietet. Meist besitzen auch die Cercarien eine eigen-

thümliche Mundbewaffnung, einen Stachel oder Hakenkranz, der ihnen zur Einleitung ihres ferneren Lebens wesentliche Dienste leistet. Sobald nämlich die Cercarien ihre vollständige Ausbildung erlangt haben, verlassen sie den Wurmschlauch durch eigene Oeffnungen und gelangen so in die inneren Höhlungen der Schnecken und Muscheln. Der Wurmschlauch, den man auch, um eine allgemeine Bezeichnung für ähnliche Vorgänge zu haben, eine Amme genannt hat, bleibt nach der vollständigen Ausbildung seiner Cercarienbrut als todtes Gebilde zurück. Es war nur ein Mittelglied, bestimmt, durch reichliche Knospung im Inneren die Keime außerordentlich zu vermehren.

Die aus dem Wurmschlauche befreiten Cercarien suchen aus den Höhlen des Schneckenkörpers einen Ausweg ins Freie, den sie meist durch die Oeffnungen der Wasserkanäle finden. Die Zusammenziehungen der Schnecke befördern diesen Ausgang. Deshalb sieht man denn auch oft in der Nähe solcher Schnecken, welche Ammen und Cercarien beherbergen, bei plötzlichem Zusammenziehen und Rückweichen in die Schale eine förmliche Wolke um das Thier entstehen, wie wenn ein gelblicher Dunst, von der Schnecke ausgehend, sich im Wasser verbreitete. Diese Wolke ist nichts Anderes als ein Schwarm von Cercarien, welche durch die plötzliche Zusammenziehung mit der Flüssigkeit, welche die Wasserkanäle erfüllte, ins Wasser gepreßt wurden und nun sich um die Schnecke herum tummeln. Sie schwimmen dabei auf die drolligste Weise, indem sie einerseits den Körper zusammenziehen und ausstrecken, anderseits den Schwanz in Achterfiguren hin und her schleudern, so daß es stets aussieht, als befinde sich eine liegende ∞ hinter dem Thiere. In dieser Weise tummeln sich die Cercarien eine Zeit lang in dem Wasser umher, dann aber heften sie sich an Insecten und andere Wasserthiere an und bohren sich mittelst ihrer am vorderen Ende angebrachten Mundwaffen in das Innere dieser Thiere ein. Bei diesem Einbohren verlieren sie den Schwanz, das Bewegungsorgan, mittelst dessen sie frei in dem Wasser umherschwimmen konnten, und kriechen nun als träge kleine Würmchen, als Doppellöcher, deren

Ausbildung noch nicht vollendet ist, in das Innere der Thiere; dort verpuppen sie sich, umgeben sich mit einer durchsichtigen Kapsel, und bleiben in dieser Puppenhülse so lange, bis ein Vogel oder ein anderes geeignetes Thier die Insectenlarve frißt, in welcher sie sich eingepuppt haben. Dann schlüpft aus der Puppenhülse, die durch die Verdauung des Fressers frei geworden ist, das Doppelloch aus, welches nun seine geschlechtliche Reife erlangt und eine Menge von Eiern erzeugt, in welchen sich Junge bilden, die den nämlichen Entwickelungscyclus von Neuem beginnen, indem sie Ammen und Cercarien erzeugen.

Wir sehen demnach, daß in der Natur zwei Wesen gegeben sind, welche die Fortpflanzung der Eingeweidewürmer sichern: einestheils eine Vermehrung der Eier und Keime, welche an das Unglaubliche grenzt, anderseits die merkwürdigsten freiwilligen oder unfreiwilligen Wanderungen und Metamorphosen, durch welche die Erhaltung der Gattung auch unter den sonderbarsten und verwickeltsten Umständen gesichert wird. Wenn auch unsere Untersuchungen über diese Verhältnisse noch jetzt im Zustande der Kindheit sich befinden, so können wir doch schon so viel sagen, daß bei den meisten Eingeweidewürmern eine Ueberwanderung durch verschiedene Wohnthiere oder ein Stadium freien Lebens stattfindet, welches meist in Gewässern oder wenigstens an feuchten Orten zugebracht wird. Keime, Eier, Larven und Junge sind überall in Gräben und Tümpeln, in Mooren und Wiesengründen, in der Nahrung, bestehe sie nun aus lebenden Thieren oder aus Pflanzen, und im Wasser verbreitet, und überall bieten sich Wege, wodurch wenigstens eines oder das andere Individuum an das Ziel seiner Bestimmung gelangt, während Tausende und Millionen seiner Mitbrüder zu Grunde gehen müssen, ohne diesen Wohnsitz erreichen zu können. Oft scheinen diese Wege auf die reinsten Zufälle berechnet, und man sieht auch hier wieder, wie nur bei Verhältnissen im Großen der Entwickelungsgang des Einzelnen gewahrt wird. Für die einzelne Schnecke ist es gewiß ein Zufall, daß sie gefressen wird, während hundert andere ihr Leben auf andere Weise beschließen, und für

den einzelnen Eingeweidewurm ist es wieder ein Zufall, daß er durch einen solchen Vorgang die Möglichkeit der weiteren Ausbildung erhält, die anderen abgeschnitten ist. Für die Fortpflanzung und Erhaltung einer gewissen Wurmgattung aber ist es durchaus nothwendig, daß eine bestimmte Menge von Schnecken von einer gewissen Anzahl von Thieren gefressen werde, und sicher würde man bei statistischer Feststellung der Verhältnisse im Großen eben so gewiß eine bestimmte Proportion und ein regelmäßiges Wiederkehren dieser Zufälle finden, wie z. B. die Zahl der Beinbrüche constant dasselbe Verhältniß Jahr aus Jahr ein der Bevölkerung gegenüber darbietet. Alle diese Erfahrungen und Versuche beweisen auf das Entschiedenste, daß selbst bei denjenigen Vorgängen, bei welchen man eine Urzeugung annehmen könnte, es stets eines zeugenden Organismus bedarf, um ein anderes organisches Wesen hervorzubringen.

Allein auch hier giebt es mancherlei Variationen der Entwickelungsweise, und erst als die höhere Blüthe kann man die Trennung der Geschlechter, die Fortpflanzung, welche aus der Vereinigung zweier Individuen getrennten Geschlechtes hervorgeht, bezeichnen. Bei den niederen Thieren kommen mancherlei Fortpflanzungsweisen vor, deren wir hier in der Kürze erwähnen wollen, und es tritt hier zugleich eine gewisse Abhängigkeit dieser Fortpflanzungsweisen von den äußeren Verhältnissen auf, die bei den höheren Thieren nicht mehr vorkommt. Viele niedere Thiere nämlich können sich in mehrfacher Weise vervielfältigen, und je nach den Verhältnissen oder den Jahreszeiten wird bald die eine, bald die andere Art der Fortpflanzung vorgezogen.

Viele meiner Leser kennen ohne Zweifel die kleinen gallertartigen Thiere, welche man an den Stengeln der Wasserlinsen findet, die mit dem einen Ende ihres Körpers an den zarten Wurzeln festsitzen, während an dem anderen Ende mehrere nach Willkür einziehbare Arme eine Art von Busch um den Mund bilden. Diese Thiere, Armpolypen oder Hydren benannt, haben eine Menge von Verwandten, welche im Meere leben und dort ganze Stöcke bilden, die sich auf mancherlei Körper festsetzen.

Es bestehen diese Stöcke aus einer gelatinösen Grundmasse, die sich etwa wie eine Flechte über die Oberfläche der Körper hinzieht und einen gemeinschaftlichen Mutterboden bildet, auf welchem die einzelnen Polypen aufsitzen. Dieser Mutterboden nun breitet sich immer mehr und mehr aus, er sendet wuchernd, etwa wie Erdbeerenstöcke, Schößlinge aus, auf welchen sich neue Polypen erheben, und sehr häufig beschränkt sich die Fortpflanzung und Vermehrung eines solchen Polypenstockes auf die bloße Aussendung von solchen Stolonen oder Ausläufern.

Die einzelnen Polypen selbst vermehren sich indeß ebenfalls zuweilen auf eigenthümliche Art. Seitlich an ihrem Körper entsteht eine Ausackung, die allmählich länger wird, sich öffnet, und am Ende einen länglichen Schlauch darstellt, um dessen vordere Oeffnung Arme hervorsprossen. Der junge Polyp löst sich nach und nach von dem Körper der Mutterpolypen ab und setzt sich irgendwo an, um ein selbstständiges Leben zu beginnen. Diese Fortpflanzung durch Knospenbildung ist die gewöhnlichere bei den gemeinen Armpolypen des süßen Wassers.

Bei den im Meere lebenden Armpolypen zeigt sich indessen noch eine dritte Art der Entwickelung, die mit der oben erwähnten Ammenzeugung der Schmarotzer theilweise zusammenfällt. Auch hier bildet sich seitlich an dem Polypen eine Knospe, die allmählich heranwächst zu einem gallertartigen Geschöpfe, das einen runden scheibenartigen Körper hat, der etwa einem gewölbten Schilde oder einer Glocke ähnlich gestaltet ist. An dem Rande dieser Glocke hängen zahlreiche, zum Schwimmen dienende Fäden, und im Inneren der Glocke zeigt sich der centrale Mund, der in weitere Magensäcke und vielfach verästelte Saftröhren führt. Jeder, der den Meeresstrand besucht hat, kennt diese seltsamen Geschöpfe, welche zu Tausenden, mit den zartesten Farben prangend, auf dem weiten Meere dahin wogen, von den Wellen hülflos an den Strand gespült werden und den Badenden oft durch ihre nesselnde Eigenschaft lästig sind. Diese Quallen oder Medusen erzeugen in ihrem Inneren Eier und Junge, welche anfangs die Gestalt von Infusorien besitzen, mittelst eines Wimper-

überzuges ihres Körpers frei in dem Meere umherſchwimmen, bald aber ſich anſetzen und zu einem vollſtändigen Polypen ſich ausbilden. Auf dieſe Weiſe iſt den Polypen die Möglichkeit gegeben, ſich in größere Entfernungen hin fortzupflanzen, da die Qualle frei in dem Meere ſchwimmt und auch die von ihr erzeugten jungen Polypen im Anfange freie Ortsbewegung beſitzen.

Alle dieſe verſchiedenen Verhältniſſe, Theilung, Knospung, Ammenzeugung, kann man unter dem Namen der geſchlechtsloſen Zeugung und Fortpflanzung zuſammenfaſſen. Es exiſtiren hier keine beſonderen Zeugungsſtoffe, keine ſpeciellen Keime, aus welchen ſich das neue Individuum entwickelt. Bei der geſchlechtlichen Zeugung hingegen ſind beſondere Zeugungsſtoffe entwickelt, die wir oben als Eier und Samen unterſchieden. Hier bedarf es, wie ſchon oben angeführt wurde, in den meiſten Fällen der unmittelbaren Berührung von Ei und Samen, um den Keim, welcher in dem erſtern ſchlummert, zu wecken und die Einwickelung des neuen Individuums anzuregen. Das eigentlich Befruchtende des Samens ſind ohne Zweifel die Samenfäden, und wenn dies ſchon daraus hervorgeht, daß ſie nur zur Zeit der Mannbarkeit ſich bilden, ſo liefert ein directer Verſuch den vollſtändigſten Beweis. Der Samen des Froſches kann filtrirt werden, ohne daß die Samenfäden mit der Flüſſigkeit durch das Filtrum gehen. Mit der filtrirten Flüſſigkeit iſt die Befruchtung unmöglich, während die auf dem Filter zurückgebliebene Maſſe, welche die Samenfäden enthält, unverändert ihre Kraft beibehalten hat.

Bei vielen Thieren, beſonders aber bei den Mollusken, ſind die männlichen und weiblichen Zeugungsorgane in demſelben Individuum vereinigt, und meiſtens ſogar in der Art, daß Hode und Eierſtock gleichſam wie zwei Handſchuhe in einander geſteckt ſind. Meiſt indeß ſind die Ausführungsgänge bei den keimbereitenden Organen ſo angeordnet, daß die ausgeführten Stoffe auf ihrem Wege einander nicht begegnen können, und daß es einer wechſelſeitigen Befruchtung bedarf, um die Eier entwickelungsfähig zu machen. Bei unſeren gewöhnlichen Gartenſchnecken

ſehen wir deshalb ſtets eine ſolche wechſelſeitige Befruchtung erfolgen.

Bei allen höheren Thieren, den Inſecten, Spinnen, Kruſtenthieren, ſowie bei allen Wirbelthieren faſt ohne Ausnahme, ſind die Geſchlechter auf verſchiedene Individuen vertheilt und eine Vereinigung dieſer Individuen nöthig, um die Befruchtung zu erzielen. Zugleich iſt eine beſtimmte Periode anberaumt, in welcher das Begattungsgeſchäft vorgenommen wird. Die Eier bedürfen einer gewiſſen Zeit zu ihrer Entwickelung innerhalb der Eierſtöcke, ſie vergrößern ſich allmählich und werden, wenn ſie reif ſind, ausgetrieben und durch den Eileiter nach außen geleitet, um mit dem männlichen Zeugungsſtoffe in Berührung zu kommen. Dieſer hat ſich indeſſen correſpondirend innerhalb der männlichen Geſchlechtswerkzeuge entwickelt und iſt zur Zeit der Reife der Eier vollſtändig ausgebildet. Die Geſchlechtsreife iſt zugleich die Periode der höchſten Blüthe des individuellen Lebens, und viele Inſecten exiſtiren während ihrer letzten kurzen Lebenszeit einzig nur zu dieſem Zwecke der Fortpflanzung, und ſterben faſt unmittelbar, nachdem ſie demſelben genügt haben.

Ueber die Einwirkung des Samens auf das Ei war man bisher noch immer im Unklaren, und auch jetzt noch ſind bei Weitem noch nicht alle Fragen in dieſer Hinſicht gelöst. Trotzdem, daß bei der größeren Mehrzahl der Thiere das Ei ſich erſt außerhalb des mütterlichen Organismus entwickelt und auch erſt außerhalb deſſelben befruchtet wird, trotzdem, daß man bei den meiſten Eiern in den äußeren Schalengebilden Wege fand, durch welche Flüſſigkeiten und auch wohl ſo feine Elementarkörper, wie die Samenfäden, bis zu der Dotterkugel gelangen konnten; trotz aller dieſer Kenntniſſe war man noch nicht dazu gekommen, ein beſtimmtes materielles Verhältniß der Samenfäden zu dem ſich entwickelnden Embryo zu conſtatiren. Man mußte eine Zeitlang nothwendig die älteren Anſichten, wonach der Samenfaden in die Dotterkugel hineinſchlüpfen und die erſte Embryonalanlage bilden ſollte, um ſo entſchiedener verwerfen, als man die Bildung dieſer

Embryonalanlage aus besonderen Gewebetheilen, aus Zellen, genauer kennen gelernt hatte.

Die Untersuchungen der Neuzeit haben indessen gezeigt, daß in der That die Samenfäden, sei es nun durch besondere, in den Eihüllen vorhandene Oeffnungen, sei es indem sie sich einbohren, bis in das Ei selbst gelangen und dort mit dem bildungsfähigen Dotter verschmelzen. Die Thatsache ist jetzt vollkommen festgestellt und bei den meisten Thierklassen, selbst da, wo keine Oeffnungen in den Eihüllen nachweisbar sind, wurden die Samenfäden sogar im Inneren der befruchteten Eier gesehen. Der anfängliche bogenreiche Widerspruch in Quartformat, der einige Gereiztheit blicken ließ, hat sich endlich, trotzdem, daß die ersten Beobachter der unbequemen Thatsache keine Professoren waren, in Zustimmung auflösen müssen. Berücksichtigt man den Umstand, daß bei vielen Thieren ganz besondere Taschen oder Reservoirs angebracht sind, aus welchen stets, nach einmal geschehener Begattung, die Eier innerhalb des mütterlichen Organismus befruchtet werden können, so muß man allerdings zu der Ansicht kommen, daß in den meisten Fällen das Eindringen der Samenfäden in das Ei ein höchst wichtiges Moment ist, wenn auch die Umwandlung, welche der Samenfaden im Ei erleidet, noch nicht genauer bekannt ist. Da wo besondere Oeffnungen (sogenannte Mikropylen) am Ei in den Hüllen angebracht sind, durch welche die Samenfäden in das Innere eindringen können, zeigt sich ebenfalls unverkennbar die Absicht, Wege zur unmittelbaren Berührung des Dotters und der Samenfäden herzustellen.

Jedenfalls sind diese Beobachtungen von äußerstem Werthe für die ganze Ansicht von der Entstehung des neuen Wesens. Das Mysteriöse geht dabei freilich zu Grunde und an die Stelle einer Unbegreiflichkeit wird eine handgreifliche materielle Thatsache gesetzt. Jedes der Eltern giebt bei dem Zeugungsacte einen bestimmten Antheil von Stoff zu dem neuen Wesen : der mütterliche Organismus das Ei, der väterliche den befruchtenden Samenfaden. Es kann deshalb auch nicht auffallen, daß das Resultat dieser Mischung verschiedenartigen Stoffes ein Mischproduct ist

und daß die Kinder von den Eigenthümlichkeiten der beiden Zeugenden eine gewiſſe Summe vereinigt an ſich tragen.

Doch darf man die Bedeutung des Begegnens der beiderſeitigen Zeugungsſtoffe, den Beobachtungen der letzteren Jahre zufolge, nicht zu einem allgemeinen Geſetze ausdehnen wollen, indem man jetzt eine Reihe von Thatſachen entdeckt hat, welche darauf hinweiſen, daß ſelbſt vollſtändige Eier befruchtungs- und begattungsfähiger Weibchen auch ohne ſtattgehabte Befruchtung ſich in vollkommen normaler Weiſe zu Jungen entwickeln können. Beobachtungen über dieſe Jungfrauengeburten (Parthenogenese) ſind bis jetzt hauptſächlich an Gliederthieren angeſtellt worden, während die Wirbelthiere überhaupt noch kein Beiſpiel derſelben geliefert haben. Bei den Inſecten iſt dieſe Fortpflanzungsweiſe weit verbreitet und bei den Bienen namentlich ein höchſt wichtiges Moment für das Fortleben der Bienengeſellſchaft überhaupt, indem aus allen befruchteten Eiern Weibchen oder Arbeiterinnen, aus allen unbefruchteten dagegen Drohnen oder Männchen ſich entwickeln. Während bei anderen Inſecten gerade der umgekehrte Fall eintritt, daß nämlich aus befruchteten Eiern Männchen, aus unbefruchteten dagegen Weibchen entſtehen, ſcheint bei noch anderen, wie z. B. dem Seidenſchmetterlinge, die Parthenogeneſe gewiſſermaßen nur eine Aushilfe bei mangelnder Befruchtung darzuſtellen, indem aus den unbefruchteten Eiern ſich ſowohl Männchen, wie Weibchen entwickeln. Es iſt demnach unmöglich, ein allgemeines Geſetz über die Einwirkung des Samens bei dieſen Vorgängen aufzuſtellen, indem dieſelbe allerdings in einigen Fällen einen ſpecifiſchen Einfluß auf das Geſchlecht des werdenden Individuums übt, in anderen dagegen deſſelben gänzlich entbehrt.

Nichts deſto weniger liefern dieſe Beobachtungen den Beweis, daß die materielle Verſchmelzung der Samenelemente mit dem Ei in der That auch die Vermiſchung der charakteriſtiſchen Eigenthümlichkeiten der Eltern bedingt. Man kennt bei den Bienen zwei Raſſen, welche beide zur Honiggewinnung gezüchtet werden: die gelbe italieniſche und die braune nördliche Raſſe. Läßt man

nun eine Königin von einem Männchen der anderen Raſſe befruchten, ſo zeigen die aus den befruchteten Eiern hervorgehenden Individuen, die Königinnen und Arbeiterinnen, Miſchlingscharaktere, ſind wirkliche Baſtarde, während die aus den unbefruchteten Eiern hervorgehenden Drohnen die Charaktere der Mutter rein und unverfälſcht an ſich tragen. Hier iſt alſo in der That der Beweis geliefert, daß durch die Befruchtung die Charaktere des Vaters in wahrhaft materieller Weiſe durch den Samen auf das von dem mütterlichen Organismus erzeugte Ei übertragen werden, indem nur diejenigen Eier, in welche wirklich Samenelemente eingedrungen ſind, auch Junge erzeugen, welche die Charaktere des Vaters an ſich tragen.

Zwanzigster Brief.

Die Zeugung des Menschen.

Die Geschlechtsreife kündigt sich namentlich bei den weiblichen Säugethieren durch die periodische Wiederkehr gewisser Erscheinungen an, welche wir unter dem Namen der Brunst kennen. Die Thiere werden traurig, in ihrem Benehmen zeigt sich eine eigenthümliche Unruhe, und meistens findet man bei der Untersuchung die äußeren Geschlechtstheile stärker geröthet, angeschwollen und in einer Art entzündlicher Aufregung. Diese Erscheinungen beginnen allmählich und steigern sich bis zu einem gewissen Höhepunkte, von welchem aus sie wieder zurücktreten. Während dieser Höhezeit der Brunst wehrt das weibliche Thier das Männchen ab, welches ihm eifrig nachstrebt, und erst nach Abnahme der entzündlichen Erscheinungen, bei welcher sich oft sogar Abgang blutigen Schleimes gewahren läßt, wird das Männchen angenommen. Die eben erwähnten Aeußerungen der Geschlechtslust bei den Thieren, welche periodisch wiederkehren, beruhen offenbar auf einem tieferen Grunde, und zwar ausschließlich auf der gesundheitsgemäßen Function der Eierstöcke. Weibliche Thiere, welchen man diese Organe ausgerottet hat (wie dies namentlich sehr häufig bei Schweinen, welche zur Mästung bestimmt sind, geschieht), werden nicht wieder brünstig, während die Ausschneidung der Eileiter oder der Gebärmutter, wenn sie auch die Zeugungsfähigkeit absolut aufhebt, dennoch der regelmäßigen

Wiederkehr der Brunst keinen Eintrag thut. Diese ist demnach ohne Zweifel durch das Leben der Eierstöcke, durch die Entwickelung der in ihnen gebildeten Eier bedingt. Allein die Erscheinungen, welche hervorgerufen werden, erstrecken sich über die gesammte Sphäre der Geschlechtsorgane. In der That findet man bei brünstigen Thieren die ganze Ausdehnung der inneren Schleimhäute, welche von der Gebärmutter aus in die Eileiter übergehen und diese auskleiden, lebhaft geröthet, die Blutgefäße dieser Organe, so wie diejenigen des Eierstockes strotzend erfüllt, und an dem Eierstocke selbst höchst merkwürdige Veränderungen in dem Verhalten der Follikel und der Eichen.

Man nahm früher ziemlich allgemein an, daß die Brunst der Säugethiere gleichsam das Zeichen sei, wodurch sich die Reife einiger im Eierstocke enthaltenen Eier kund gebe. Die Begattung, glaubte man, bilde das erregende Moment, wodurch die Loslösung der Eier vom Eierstocke bedingt werde, so daß dann die Zeugungsstoffe einander im Inneren der weiblichen Organe begegneten. Man glaubte also, einen Unterschied annehmen zu dürfen zwischen den Säugethieren und den übrigen Thieren, bei welchen die Eier durchaus unabhängig von der Begattung sich von dem Eierstocke loslösen und ausgestoßen werden. Die Untersuchungen der Neuzeit haben indessen gelehrt, daß diese Ansicht falsch sei, und daß bei den Säugethieren eben so gut, wie bei allen anderen Thieren, die Eier sich periodisch, auch ohne Einfluß der Begattung, vom Eierstocke loslösen und zur Zeit der Brunst nach außen geführt werden. Die Resultate der oben erwähnten Versuche sind in ihren Folgerungen für die menschliche Zeugung zu wichtig, als daß wir hier nicht näher darauf eingehen sollten. Bevor wir dies indeß thun, müssen wir den Mechanismus der Ablösung der Eier von dem Eierstocke einer näheren Betrachtung unterwerfen.

Meine Leser erinnern sich, daß das Ei der Säugethiere und des Menschen, welches kaum $^1/_{10}$ Linie im Durchmesser hat, hart an der Oberfläche des Follikels gelagert ist, und daß der Follikel selbst um so mehr nach außen drängt, je entwickelter er

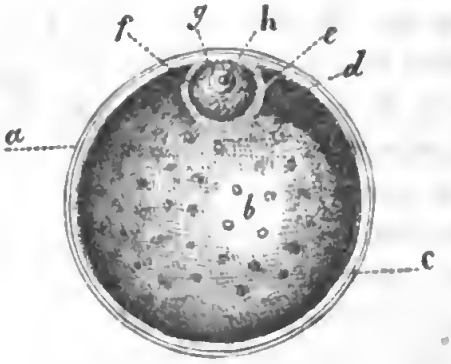


Fig. 69. Idealer Durchschnitt eines Graaf'schen Follikels bei starker Vergrößerung. a. Die äußere Faserhaut des Balges. b. Der mit gallertartiger Flüssigkeit angefüllte Hohlraum des Balges. c. Innere Zellenlage des Follikels, die sich in der Umgebung des Ei's zur Keimscheibe d. (Discus proligerus) verdickt. e. Die Zona oder Dotterhaut, in Form eines hellen Ringes sich darstellend. f. Der Dotter. g. Das Keimbläschen. h. Der Keimfleck.

ist. Die Oberfläche des Eierstockes ist von einer dünnen zarten Haut, einer Doppelfalte des Bauchfelles, überzogen, und diese Haut wird von den entwickelten Follikeln halbkugelförmig in die Höhe gehoben. Vermöge seiner Lagerung innerhalb des Follikels befindet sich das Eichen auf dem höchsten Punkte dieser Erhöhung, hart an der Innenwand des Bauchfellüberzuges. Mit dem Beginne der Brunst zeigt sich erhöhter Blutandrang nach dem Eierstock und eine lebhaftere Ausschwitzung der Flüssigkeit, welche den Follikel erfüllt. Die Wandungen des Follikels selbst erscheinen geröthet, entzündet, und sehr oft sieht man auf seiner Oberfläche zierliche Geflechte von überfüllten Blutgefäßen. Der Bauchfellüberzug des Follikels erweicht sich allmählich unter dem Einflusse dieser entzündlichen Thätigkeit mehr und mehr an der dem Eichen gegenüberliegenden Stelle. Der Follikel füllt sich zugleich prall mit weißlicher, eiweißartiger Flüssigkeit an, öffnet sich am Ende an seiner höchsten Stelle, da wo die umhüllenden Häute am dünnsten sind, und läßt das Eichen austreten, welches dann in den geöffneten Trichter des Eileiters fällt und von diesem weiter geleitet wird. Man hat diesen Vorgang so dargestellt, als berste der Follikel förmlich durch die übermäßige Anfüllung mit ausgeschwitzter Flüssigkeit, und lasse beim Zerplatzen das Eichen austreten. Man hätte sich schon durch Beobachtung an eierlegenden Thieren überzeugen können, daß diese Auffassung des Hergangs eine falsche sei. Bei diesen Thieren nämlich ist fast

gar keine Flüſſigkeit zwiſchen dem Ei und dem Eiſacke ergoſſen. Der Eiſack, der dem Ei überall feſt anliegt, iſt nur von einer dünnen Membran gebildet, welche in wirkliche entzündliche Erweichung übergeht, und unmittelbar nach dem Austritte des Eies nicht mehr Conſiſtenz darbietet, als eine dicklichte Gallerte, welcher die Blutgefäße einigen Halt verleihen. Die Austrittsſtelle des Eichens aus dem Follikel bei dem Säugethiere und dem Menſchen zeigt ſich unmittelbar nach dieſem Austritte niemals wie ein durch Platzen entſtandener Riß, ſondern als ein kleines, mit freiem Auge kaum wahrnehmbares Löchlein, welches meiſt von einem deutlichen Gefäßkranze umgeben iſt. Offenbar wirkt demnach das Eichen auf die Wand des entzündeten Follikels gleichſam wie ein fremder Körper, der einen beſtimmten Druck erzeugt, und dadurch die Aufſaugung an dem Orte dieſes Druckes begünſtigt. Der Follikel berſtet demnach nicht durch die gewaltſame Anhäufung der in ihm befindlichen Flüſſigkeit, ſondern öffnet ſich durch Aufſaugung an der Stelle, wo das Eichen einen beſtimmten fortwährenden und genau umgrenzten Druck ausübt.

Nach der Austreibung des Eichens ſteigert ſich meiſt die Entzündung in dem Follikel ſo ſehr, daß wirkliche Blutergießung in demſelben ſtattfindet und zugleich plaſtiſche Maſſe ausgeſchwitzt wird, welche häufig ſchwammartig aus der Oeffnung hervorwuchert. Durch eine Reihe allmählicher Metamorphoſen bildet ſich dann dieſe wuchernde Maſſe nach und nach wieder zurück und läßt ſich nach langer Zeit als ein rundlicher Körper erkennen, welcher meiſtens eine gelbliche Farbe beſitzt und deshalb von den Anatomen auch als gelber Körper bezeichnet wurde. An der Spitze dieſes gelben Körpers, an der Austrittsſtelle des Eichens, zeigt ſich dann eine, meiſt ſtrahlige Narbe, im Inneren ein Blutpfropf, der von einer mannigfach gefalteten, dicken Haut eingeſchloſſen iſt, welche aus der allmählichen Umbildung der inneren Zellenlage des Follikels hervorging. Der Blutpfropf nimmt allmählich ab, die gefaltete Haut wuchert fort, verdickt ſich, wird feſter, zieht ſich zuſammen, ſchwindet mehr und mehr, und end-

lich bleibt nur eine Narbe, an deren innere Seite eine kleine, zackig verdichtete Stelle grenzt. Die Bildung eines gelben Körpers ist demnach die unvermeidliche Folge des Austrittes eines Eichens aus dem Follikel. Wir werden indeß später sehen, daß der Umfang eines solchen gelben Körpers bedeutend größer ist, und daß seine Narbe meist das ganze Leben hindurch sich erhält, wenn wirkliche Befruchtung erfolgte, ein Umstand, der sich leicht durch den erhöhten Erregungszustand der inneren Geschlechtstheile während der Schwangerschaft erklären läßt; — während dagegen diejenigen gelben Körper, welche durch Austritt eines Eies ohne nachfolgende Befruchtung und Schwangerschaft entstanden sind, sehr bald gänzlich verschwinden und keine bleibende Narbe zurücklassen.

Um die frühere Ansicht, daß die Loslösung der Eier bei den Säugethieren eine Folge der Anregung sei, welche durch den in die inneren Geschlechtstheile gelangten Samen bewirkt werde, zu widerlegen, bedurfte es des Beweises, daß die Eier auch bei geschlossenen Leitungsorganen, wo der Samen nicht bis zum Eierstocke vordringen kann, sich loslösen, und daß sie auch bei denjenigen Thieren in den Eileiter gerathen, bei welchen gar keine Annäherung des Männchens erfolgt ist. Die angestellten Versuche beweisen nun auf das Entscheidendste, daß bei weiblichen Hunden und Kaninchen, denen man Stücke des Uterus ausgeschnitten hatte, nach Verheilung der Wunde dennoch die Brunst wiederum eintrat, wie wenn nichts vorgefallen wäre. Untersuchte man nun nach stattgehabter Begattung die inneren Geschlechtstheile, so fand man, daß der Samen und die lebhaft sich bewegenden Samenfäden einerseits bis zu der Stelle vorgedrungen waren, wo die Höhle des Uterus durch eine Narbe verschlossen war, und daß anderseits das Eichen den Eierstock verlassen und die Wanderung innerhalb des Eileiters begonnen hatte. Die Untersuchung solcher Thiere, welche brünstig waren, die man aber während der ganzen Zeit der Brunst von dem Männchen entfernt gehalten hatte, wies nach, daß auch hier die Eier ausgetreten und im Eileiter befindlich waren; — ja selbst bei sol-

chen Weibchen, die noch nie geboren hatten und zum ersten Male brünstig waren, zeigten sich ausgestoßene Eier im Eileiter und beginnende Bildung gelber Körper in den Follikeln. Es ist demnach jetzt unumstößlich bewiesen, daß die Eier der Säugethiere sich periodisch, nachdem sie zur vollständigen Reife gelangt sind, bei dem Auftreten der Brunsterscheinungen von dem Eierstocke loslösen und ihren Weg durch die Eileiter nach der Gebärmutter hin fortsetzen. Aeußerlich wird diese Reife und der Beginn ihrer Wanderung durch die Brunst angedeutet. Erhält der dadurch angeregte Geschlechtstrieb seine Befriedigung, wird die Begattung zu rechter Zeit vollzogen und werden die Eier auf ihrem Wege noch innerhalb des Eileiters von dem Samen erreicht, so werden sie befruchtet und entwickeln sich weiter. Ist dieses nicht der Fall, so gehen sie zu Grunde und werden wahrscheinlich innerhalb der Geschlechtstheile selbst aufgelöst und vernichtet.

Bei dem menschlichen Weibe zeigen sich eigenthümliche Verhältnisse, welche die Anwendung des eben erwähnten Gesetzes bedeutend erschweren. Die Geschlechtsreife desselben kündigt sich durch jenen eigenthümlichen, periodisch wiederkehrenden Blutfluß an, den wir mit dem Namen der Menstruation oder der monatlichen Reinigung bezeichnen. Im normalen Zustande kehrt diese Absonderung je nach dem Verlaufe eines Mondsmonats oder nach 28 Tagen wieder; ihren Eintritt bezeichnet meist leichtes Unwohlsein, Abgespanntheit, während nach ihrem Verschwinden erhöhtes Wohlbefinden und zugleich lebhaftere Geschlechtslust eintritt. Die Menstruation hängt eben so, wie die Brunst bei den Thieren, von dem normalen Befinden der Eierstöcke ab. Bei Eierstockskrankheiten, welche beide Organe befallen, bei verkrüppeltem Zustande und unvollständiger Ausbildung der Eierstöcke fehlt auch die Menstruation, und ebenso verschwindet sie alsbald mit dem Aufhören der Geschlechtsthätigkeit. Es zeigt sich also eine große Analogie zwischen der Menstruation einerseits und der Brunst der Säugethiere anderseits, eine Analogie, die nur dadurch einigermaßen gestört wird, daß die Menstruation sehr häufig wiederkehrt und keine so absolute

Grenze in der Ausübung der geschlechtlichen Function zieht, als dies bei der Brunst der Fall ist. In der That übt das weibliche Säugethier nur unmittelbar nach dem Ablaufe des Höhepunktes der Brunst, nicht aber in der Zwischenzeit die Begattung aus, während bei dem Weibe die Befriedigung der Geschlechtslust an keine Zeit gebunden ist. Indeß ist dieser Unterschied wohl in der ursprünglich freieren Natur des Menschen begründet, der in allen Verhältnissen weit weniger an Zeit und Ort gebunden erscheint, als dies bei dem Thiere der Fall ist.

Man glaubte früher, daß die Existenz eines gelben Körpers an dem Eierstocke stets ein untrügliches Zeichen stattgehabter Empfängniß sei. Die neuen Untersuchungen haben indeß gelehrt, daß jedesmal bei der Menstruation ein Follikel sich öffne, mit ihm ein Ei austrete, und ein gelber Körper als Zeugniß dieses Austrittes zurückbleibe. Indessen erscheint dieser gelbe Körper, welcher sich nach der Menstruation entwickelt, kleiner und unvollständiger ausgebildet, und die Narbe, die er verursacht, verschwindet weit früher, als diejenige, welche in Folge stattgehabter Empfängniß an dem Eierstocke sich findet. Bedenkt man aber, daß die Empfängniß und die Entwickelung des Fötus einen fortdauernden Reizzustand in den inneren Geschlechtsorganen erhält, daß der Blutandrang Monate lang in bedeutendem Maße fortfährt, so wird man begreiflich finden, daß auch die Ausschwitzung von Narbenmasse in dem entzündeten Follikel bedeutend größer ist während des Monate lang andauernden Reizzustandes der inneren Geschlechtsorgane, welchen die Schwangerschaft unterhält, und daß deshalb ein weit ansehnlicherer gelber Körper zurückbleiben muß, als nach der Menstruation, wo die Aufregung der Organe nicht ferner fortdauert und bald Alles in den normalen Zustand zurückkehrt.

Aus dem Vorhergehenden erhellt, daß regelmäßig bei dem Eintritte der Menstruation die Eichen sich loslösen und ihre Wanderungen beginnen. Der erhöhte Congestionszustand, in welchem sich die inneren Geschlechtsorgane während der Periode der Ausstoßung befinden, äußert sich auch namentlich in dem

Kelche und in den Franſen des Trichters, der die innere Mündung des Eierſtockes bildet. Dieſe Franſen richten ſich auf und umfaſſen den Eierſtock ſo von allen Seiten, daß das Eichen in die innere Höhle fallen muß. In den Röhren des Eileiters ſelbſt angelangt, wird es von den wurmförmigen Zuſammenziehungen derſelben, ſowie von der Wimperbewegung weiter nach unten befördert, und trifft, im Falle Begattung erfolgt, innerhalb des Eileiters mit dem Samen zuſammen. Dieſer letztere kommt ihm ſonach auf halbem Wege entgegen, und es fragt ſich, durch welches Mittel dieſe Fortbewegung des Samens bewerkſtelligt werde.

Unterſucht man die inneren Geſchlechtsorgane von Thieren, welche unmittelbar nach der Begattung getödtet wurden, ſo zeigt ſich die ganze Gebärmutter bis in ihre hinteren Enden mit Samenfäden erfüllt, welche ſich auf das Lebhafteſte bewegen. Nach und nach dringen auch die Samenfäden in den Eileiter ein und man kann ſie in demſelben um ſo weiter vorgerückt finden, je längere Zeit nach der Begattung verfloſſen iſt. Oftmals begegnet es ſogar, daß die Begattung ſchon ziemlich lange vor dem Austritte der Eier ſtattfindet, und daß deshalb die Samenfäden bis zu dem Eierſtocke ſelbſt vordringen können. Es ſind mehrfache unzweifelhafte Beobachtungen vorhanden, in welchen man Samenfäden auf dem Eierſtocke ſelbſt fand; — in den meiſten Fällen jedoch muß zugeſtanden werden, daß ſie nicht bis dahin gelangen, ſondern unterwegs die Eier antreffen. Meiſtens findet man die Eier, welche in dem mittleren oder unteren Dritttheil des Eileiters ſich befinden, rundum mit Samenfäden bedeckt, und oft ſogar ſind dieſe letzteren inmitten der Eiweißſchichten, welche ſich im Eileiter bilden, eingelagert.

Bei dem menſchlichen Weibe ſcheinen ganz vollkommen gleiche Verhältniſſe obzuwalten. Auch hier iſt es wahrſcheinlich, daß in der Regel eine fruchtbare Begattung nur dann ſtattfindet, wenn der Same bei der Begattung ſelbſt bis in die Höhle der Gebärmutter eingebracht wird. Aus dieſem Grunde ſchon iſt die leichtere Befruchtung unmittelbar nach der Menſtruation wahr-

ſcheinlich, weil während des Blutfluſſes der Muttermund erweicht und geöffnet iſt. Indeſſen beweiſen auch viele, unzweifelhaft wahre Thatſachen, daß manchmal Empfängniß erfolgte, wenn auch der Same nur an die äußeren Geſchlechtstheile gebracht wurde. Ein alter Berliner Arzt, deſſen liebenswürdige Perſönlichkeit das unbedingte Vertrauen ſeiner Clienten ſich erwarb, hat aus ſeiner reichen Erfahrung mehrere ſchlagende Fälle dieſer Art mitgetheilt, welche beweiſen, daß in ſeltenen Fällen auch nur von den äußeren Geſchlechtstheilen aus die befruchtende Flüſſigkeit bis in das Innere vordringen kann. Indeß, wie geſagt, dies ſind nur ſeltene Ausnahmen von der Regel.

Wenn ſomit die Fortwanderung der Samenfäden innerhalb der weiblichen Geſchlechtstheile unbezweifelt iſt, ſo kann auf der anderen Seite nicht in Abrede geſtellt werden, daß kein beſonderer Bewegungsapparat für den Samen innerhalb der Geſchlechtstheile exiſtire, ſondern daß die Samenfäden ſelbſt durch ihre kriechenden und ſchlängelnden Bewegungen ſich allmählich weiter ſchieben. Von den Hunderttauſenden, welche in das Innere der Gebärmutter gelangen, finden vielleicht nur wenige ihren Weg in den Eileiter, allein auch dieſe wenigen genügen zu der Erreichung des vorgeſteckten Zweckes. Bei vielen Thieren finden ſich freilich weit complicirtere Anſtalten, um den Samen an den Ort ſeiner Wirkſamkeit zu bringen, und bei manchen Mollusken und Kruſtenthieren namentlich zeigen ſich wahrhafte Samenmaſchinen, in deren ſchlauchartigen Behältern gelatinöſe Subſtanzen angehäuft ſind, welche bei der Berührung mit Waſſer anſchwellen und zuletzt den Samenſchlauch ſo ausdehnen, daß er berſtet und den Samen ausſchleudert.

Es ſteht im Allgemeinen feſt, daß die Frauen unmittelbar nach der Beendigung der Menſtruation am Leichteſten empfangen, weshalb man denn auch den Termin der Schwangerſchaft auf die Art am Sicherſten berechnet, daß man die Epoche der Empfängniß acht Tage nach der letzten Menſtruation annimmt; Erfahrung und Theorie weiſen aber gleichmäßig darauf hin, daß in dem Zeitraume zwiſchen je zwei Menſtruationen eine mehr oder

minder lange Epoche liegen müſſe, innerhalb welcher zwar Empfängniß ſtatthaben kann, aber doch nur in ſelteneren Fällen erfolgt. Ueber die Länge dieſes Zeitraums, ſowie über ſeine Stellung innerhalb der angegebenen Zeit, können freilich die verſchiedenſten Meinungen geltend gemacht werden, da das Endreſultat, die Empfängniß, von mehreren Factoren abhängt.

Das erſte Verhältniß, welches hier in Rechnung gezogen werden muß, liegt in der zeitlichen Beziehung der Loslöſung des Eichens zu dem Eintritte der Menſtrualblutung. Die Erfahrungen, welche man durch Zergliederung von Mädchen und Frauen geſammelt hat, die innerhalb der Menſtruationsperiode ſtarben, liefern hier eben ſo wenig einen genauen zeitlichen Anhaltspunkt, als die Zergliederung brünſtiger Thiere. Man erſieht daraus nur ſo viel, daß Menſtrualfluß, Brunſt, Platzen der Follikel und Wanderung der Eichen in dem Eileiter zwar mit einander in engſter Verknüpfung ſtehen; daß aber Menſtrualfluß und Brunſt oft ſchon vorübergegangen oder ihrem Ende nahe ſind, während der Follikel zwar zum Berſten reif, aber noch nicht geplatzt iſt, während in anderen Fällen die Eichen ſchon vor dem Beginne des Fluſſes oder der ſichtbaren Brunſt in den Eileiter eingedrungen waren. Begreiflicher Weiſe können dieſe wechſelnden Verhältniſſe auch eine Schwankung von mehreren Tagen in der Befruchtung herbeiführen.

Ein zweites Moment ſteht mit der Wanderung der Eier in dem Eileiter und den dortigen Entwickelungsvorgängen in Beziehung. Wir werden in der Folge dieſer Unterſuchungen ſehen, daß der Samen und das Ei nothwendig einander innerhalb der Eileiter begegnen müſſen, und daß eine Befruchtung nicht mehr möglich iſt, ſobald das Ei einmal den Eileiter durchwandert und innerhalb der Gebärmutter angelangt iſt. Bis jetzt iſt es nur zwei Beobachtern geglückt, menſchliche Eichen in dem Eileiter aufzufinden, und dieſe Beobachtungen, ſo ſchätzbar ſie auch ſonſt ſein mögen, liefern durchaus kein Material zu der Entſcheidung der Frage, wie lange Zeit das Eichen brauche, um bei dem Menſchen den Eileiter zu durchwandern. Bei den Thieren ergeben

ſich abweichende Verhältniſſe. Das Ei des Kaninchens braucht durchſchnittlich 3 Tage, das der Schafe und Kühe 4—5, das des Hundes 8—12 Tage, um die Länge des Eileiters zu durchwandern, und wahrſcheinlich ſchließt ſich das menſchliche in dieſer Beziehung zunächſt demjenigen des Hundes an. Man ſieht, daß hier ein weiter Spielraum ſchon für die Befruchtung des Eichens gegeben iſt, indem in denjenigen Fällen, wo das Eichen erſt nach dem Aufhören der Menſtruation ſeine Wanderung beginnt, die Befruchtung 12—14 Tage nach dem Aufhören derſelben möglich wäre, während in den entgegengeſetzten Fällen, wo das Eichen ſeine Wanderung ſchon vor dem Eintritte der Menſtruation beginnt, die Befruchtung ſelbſt nur innerhalb der Menſtruationszeit ſtattfinden könnte.

Noch eines dritten Factors müſſen wir bei dieſen Berechnungen erwähnen. Es betrifft die Lebensdauer der Samenthierchen innerhalb der weiblichen Geſchlechtstheile, innerhalb der Gebärmutter und der Eileiter. Bei vielen Inſecten iſt dieſe Lebensdauer faſt unbeſchränkt; bei allen denjenigen Arten, bei denen die Weibchen überwintern, werden dieſe im Herbſte befruchtet und der Samen in einer eigenen Nebentaſche aufbewahrt, in welcher er ſich bis zum nächſten Sommer, wo das Eierlegen ſtattfindet, vollkommen lebensfähig erhält. Es bedarf ſtets einer gewiſſen Zeit, bis der Same durch die weiblichen Geſchlechtstheile hindurch gewandert iſt, und es unterliegt keinem Zweifel, daß man 5—8 Tage nach geſchehener Begattung im Inneren der Geſchlechtstheile weiblicher Säugethiere noch lebende Samenfäden antrifft, wenn auch ihre Anzahl in den letzten Tagen ſich bedeutend verringert hat. Vielleicht dauert dieſe Periode der Erhaltung in den Geſchlechtstheilen des Weibes noch länger, ſo daß ſelbſt eine Menſtruationsperiode dadurch überbrückt werden könnte. Es läßt ſich der Fall denken, daß der Samen, der durch eine Begattung eine geringe Zeit vor dem Eintritte der Menſtruationsperiode eingeführt wurde, ſchon bis in die Eileiter vorgedrungen war, ehe der Blutfluß begann, der ihn aus der Gebärmutter weggeſpült haben würde, ſo daß das herabſteigende

Eichen dennoch befruchtet werden konnte. Nimmt man alle dieſe Punkte zuſammen, ſo würde die Befruchtung einige Tage vor und etwa 12—14 Tage nach Eintritt der Menſtruation am Leichteſten ſtattfinden können, in der Zwiſchenzeit nur in ſelteneren Fällen erfolgen, aber doch zu jeder Zeit möglich ſein.

Man hat durch ſtatiſtiſche Unterſuchungen die Frage in der Weiſe zu löſen geſucht, daß man aus den Civilregiſtern die Daten der Hochzeitstermine mit den dazu gehörenden Erſtgeburten verglich, und daraus einen Schluß zu ziehen ſuchte, indem man ſich dabei auf die Thatſache verließ, daß die meiſten Ehen zwiſchen je zwei Menſtruationsperioden, etwa 2—18 Tage nach dem Aufhören des Menſtrualfluſſes, geſchloſſen werden. Wie begreiflich haben dieſe Unterſuchungen, die zudem nur über eine geringe Anzahl von Fällen ausgedehnt wurden, und bei denen der Verfaſſer höchſt ſonderbarer Weiſe auch noch eine Auswahl der Fälle traf, und lediglich aus mittleren und höheren Claſſen wählte, nur höchſt ſchwankende Reſultate gegeben. Die meiſten Erſtgeburten fallen freilich in zwei Perioden, die eine 270—280 Tage, die andere 287—294 Tage nach dem Schluſſe der Ehe. Der Zwiſchenraum zwiſchen beiden Perioden iſt aber ebenfalls, wenn auch mit einer geringeren Zahl von Fällen, ausgefüllt. Freilich muß man bei Berechnungen dieſer Art auch in Betracht ziehen, daß die Schwangerſchaftsperiode nicht überall genau dieſelbe iſt, und auch hierdurch ein Schwanken in das Reſultat eingeführt werden muß, das nur bei Betrachtung einer ſehr großen Anzahl von Fällen auf ein Minimum reducirt wird.

Einundzwanzigster Brief.

Das Ei im Eileiter. Die Zellenbildung.

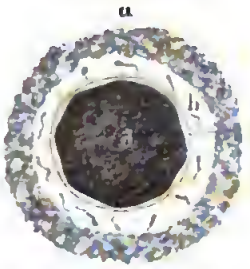
In dem oberen Dritttheile des Eileiters zeigt sich das Ei bei den Säugethieren ganz in derselben Gestalt, wie wir es in dem Eierstocke kennen lernten. Es hat noch immer einen kugeligen homogenen Dotter, an dessen einer Stelle man zuweilen noch das Keimbläschen unterscheidet, obgleich in den meisten Fällen dasselbe verschwunden ist und dann der Dotter als durchaus gleichförmige Kugel erscheint. Es hat ferner seine Zona als äußere Hülle. Anfangs sitzen auf dieser noch ringsum, einem Strahlenkranze gleich, die aus dem Graaf'schen Follikel mitgebrachten Zellen der Keimscheibe. Diese letzteren streifen sich indessen sehr bald ab, so daß die Zona vollkommen nackt und bloß erscheint.

Bei dem Kaninchen und, wie es scheint, bei den meisten niederen Säugethieren, sondert der Eileiter eine helle, durchsichtige, halbfeste Masse ab, die sich schichtenweise um das Ei herumlegt und in ihrem äußeren Verhalten vollkommen dem Eiweiße der Vogeleier gleicht. Zwischen den Schichten dieser Masse sieht man sehr häufig Samenthierchen in Menge eingeschlossen, die vielleicht auf dem Wege nach dem Inneren des Eies zwischen dem sich absondernden Eiweiße eingeklebt wurden. Bei den höheren Säugethieren, dem Hunde z. B., fehlt diese Eiweißbildung durchaus, und es steht demnach zu erwarten, daß auch bei dem

höchsten Säugethiere, dem Menschen, bei welchem man bis jetzt noch kein Ei im Eileiter gesehen hat, keine solche Eiweißbildung angetroffen werden dürfte.

In der unteren Hälfte des Eileiters, in welcher das Ei anlangt, umgeben von seiner Eiweißschicht, befreit von den Zellen der Keimscheibe, und wo das Keimbläschen schon untergegangen ist, treten die merkwürdigen Veränderungen des Dotters ein, die man unter dem Namen der Furchung oder des Theilungsprocesses bezeichnet hat. Es beginnt dieser Theilungsproceß, aus welchem allmählich die bildenden Elemente des Embryos hervorgehen, auch in Eiern, welche nicht befruchtet wurden; er schreitet aber nicht vorwärts in der normalen Weise, die wir bald beschreiben werden, sondern wird unregelmäßig, wenn die Befruchtung nicht baldigst erfolgt. Deshalb führten wir auch oben als nothwendige Bedingung der Befruchtung an, daß die Begegnung des Samens und des Eies noch innerhalb des Eileiters stattfinden müsse. Da die Furchung stets im unteren, oft aber auch schon im mittleren Theile des Eileiters beginnt und die Befruchtung ihre Regelmäßigkeit nicht wieder herstellen kann, sobald diese einmal gestört ist, so erscheint unsere Behauptung vollkommen gerechtfertigt.

Fig. 70.

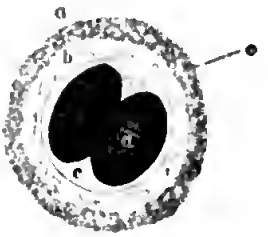


Ein Hundei aus dem untersten Theile des Eileiters, unmittelbar vor dem Beginne der Furchung. Die mit diesem Vorgange verbundene Contraction hat dem Dotter eine vieleckige Form gegeben. Die Zellen der sogenannten Keimscheibe, welche bei dem Hunde während der ganzen Wanderung durch den Eileiter an dem Ei hängen bleiben, sind schon sehr unscheinbar geworden. Auf dem hellen Kreise der Zona sieht man zahlreiche Samenthierchen.
a. Zellen der Keimscheibe. b. Zona mit Samenthierchen. c. Innerer Eiraum. d. Dotter.

Die Furchung selbst wird durch eine Contraction der ganzen Dottermasse eingeleitet, die sich in den Eiern mit fester Dotter-

haut dadurch zu erkennen giebt, daß die Dottermasse von der Innenfläche der Dotterhaut etwas zurückweicht. Dann spaltet sich der Dotter, indem ein größter Kreis in Gestalt einer Furche sich über den Dotter herüber legt. Die Furche gräbt sich stets tiefer und tiefer ein. Betrachtet man nun ein Säugethierei,

Fig. 71.



Ein Hundei einige Stunden später. Die Zellen in der Umgebung sind noch mehr geschwunden, der Dotter in zwei Hälften, Furchungskugeln, zerlegt. Zwischen diesen sieht man die ausgetretenen hellen Bläschen.

a. Zellen der Keimscheibe. b. Zona. c. Eiraum. d. Furchungskugeln. e. Helle Bläschen (Richtungsbläschen).

welches in das erste Stadium der Theilung eingetreten ist, unter dem Mikroskope, so erscheint der Dotter aus zwei vollkommen isolirten, von einander getrennten Hälften zusammengesetzt, welche eine eiförmige Gestalt haben und nur durch den Einschluß in der Zona zusammengehalten werden, da sie bei dem Oeffnen des Eies mittelst einer scharfen Nadel auseinander fallen und sich leicht isolirt untersuchen lassen. Der Dotter hat sich demnach in zwei Hälften getheilt, deren jede wieder in gewisser Beziehung der ursprünglichen Dotterkugel ähnlich ist. Denn eine jede dieser beiden Furchungskugeln enthält wieder in ihrem Inneren ein helles Bläschen, von einer feinen Haut gebildet und mit wasserklarer Flüssigkeit gefüllt, welches einigermaßen dem Keimbläschen ähnlich sieht, jedoch mit dem Unterschiede, daß man meist keine inneren Bildungen darin nachweisen kann, welche etwa dem Keimflecke analog wären. So viel ich und andere genaue Beobachter auch diese hellen Bläschen im Inneren der Furchungskugeln bei Säugethieren und Fröschen untersuchten, so haben wir uns doch bei diesen Thieren nicht von der Existenz kernartiger Gebilde im Inneren derselben überzeugen können, sondern stets nur einen vollkommen homogenen, wasserklaren Inhalt in denselben gesehen. Andere, des Vertrauens nicht minder würdige

Beobachter verſichern, im Inneren dieſer Bläschen bei verſchiedenen Thieren körnige Kerne geſehen zu haben, und wollen nicht nur deren conſtantes Vorkommen behaupten, ſondern auch den ganzen Vermehrungsproceß der Furchungskugeln von dieſen Kernen ableiten, indem zuerſt der körnige Kern im Inneren des hellen Bläschens doppelt wird, dann das Bläschen ſelbſt in zwei Bläschen zerfällt und um jedes dieſer Bläschen ſich wieder eine Dotterkugel zuſammenballt.

Beobachtet man das Ei einige Zeit ſpäter, ſo ſieht man ſtatt zweier Furchungskugeln viele kleinere, meiſt vollkommen runde kugelförmige Gebilde, deren jedes ebenfalls ein helles Bläschen in ſeinem Inneren zeigt. Jede dieſer Kugeln iſt vollkommen iſolirt von der anderen und gleicht wieder in ihrer ganzen Bildung, abgeſehen von der Größe, der primitiven Dotterkugel. Die Theilung ſchreitet nun ſtreng geſetzmäßig in einer geometriſchen Reihe fort, deren Exponent die Zahl 2 iſt. Man

Fig. 72.

Noch einige Stunden ſpäter. Die Zellen der Keimſcheibe ſind ganz verſchwunden; der Dotter in zwölf Furchungskugeln zerlegt.

a. Zona. b. Eiraum. c. Furchungskugeln.

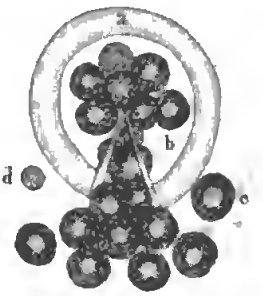


Fig. 73.

Ein Ei gegen das Ende der Furchung, geſprengt, ſo daß die mit ihren hellen Kernen ausgeſtatteten Furchungskugeln austreten. Auf der Seite ein verſchwindendes Richtungsbläschen, das körnig geworden iſt. a. Zona. b. Eiraum. c. Furchungskugeln. d. Richtungsbläschen.

findet Eier aus 8, 16, 32, 64 u. ſ. w. Furchungskugeln zuſammengeſetzt, und jede dieſer Furchungskugeln beſitzt ein helles Bläschen in ihrem Inneren, und beſteht aus einem Aggregat

von körniger Dotterſubſtanz, welches um dieſes Bläschen gruppirt iſt. Der einzige Unterſchied dieſer zahlreicheren Furchungskugeln von den urſprünglichen beſteht in ihrem kleineren Volumen und in der geringeren Größe des in ihnen enthaltenen hellen Bläschens. Der Dotter erhält durch dieſe fortſchreitende Furchung und Verkleinerung der Kugeln, die in der Zona eingeſchloſſen ſind, je nach dem Stadium der Furchung die Geſtalt einer Traube, einer Maulbeere oder Himbeere. Sobald man indeß das Ei öffnet, gelingt es leicht, die einzelnen Furchungskugeln von einander zu trennen und als ſelbſtſtändige Elemente darzuſtellen.

Der Vorgang, wie wir ihn eben an dem Säugethiere dargeſtellt haben, war ſchon früher an anderen Thiereiern, namentlich an denjenigen der Fröſche, beobachtet worden, und in der jetzigen Zeit iſt es einzig die Claſſe der Vögel, bei welchen die Furchung noch nicht vollſtändig beobachtet iſt, während in dem ganzen übrigen Thierreich entweder totaler oder doch theilweiſer Theilungsproceß des Dotters bekannt iſt. Es konnte nicht fehlen, daß dieſe merkwürdige Erſcheinung, dieſes Auftreten eines ſtreng numeriſchen Verhältniſſes bei den erſten Lebensäußerungen des Eies, die Aufmerkſamkeit der Naturforſcher im höchſten Grade auf ſich zog. Wenn man nun auf der einen Seite den Vorgang ſelbſt in ſeinen äußeren Erſcheinungen verfolgte und mancherlei beträchtliche Modificationen in demſelben entdeckte, ſo ſuchte man auf der anderen Seite zu ermitteln, welcher tiefere Grund der Erſcheinung zu Grunde liege, und in welcher Beziehung die Furchungskugeln ſowohl zu den urſprünglichen Theilen, welche das Ei zuſammenſetzen, als auch zu den ſpäteren Bildungselementen des Embryos ſtänden.

Die erſte Frage, welche man zu löſen verſuchte, war diejenige nach dem Schickſale des Keimbläschens. Dieſes in allen Eierſtockeiern ſo conſtant vorkommende Gebilde war nach der Befruchtung, ſobald einmal die Furchung ſich einzuleiten begann, nicht mehr zu finden, und auch der körnige Keimfleck oder die vielfachen bläschenartigen Keimflecke ließen ſich nirgends entdecken. Auch jetzt herrſcht noch über dieſen Punkt manches Dunkel,

welches aufzuklären ſpäteren Beobachtungen anheimgeſtellt iſt. Ob die hellen Bläschen, welche ſich in den Furchungskugeln zeigen, durch eine Theilung des Keimbläschens hervorgegangen, alſo directe Nachkommen deſſelben ſind; oder ob das Keimbläschen, ſo wie es urſprünglich beſtand, vor dem Beginne der Furchung zu Grunde gehe und die Kerne der Furchungskugeln frei entſtehen, iſt noch nicht vollſtändig erörtert, indem bei manchen Thieren der Theilungsproceß, bei anderen dagegen das Schwinden des Keimbläschens und die Neubildung der Furchungskerne Platz zu greifen ſcheint. Die Frage läßt ſich um ſo ſchwerer entſcheiden, als es in den Eiern mit totaler Furchung oft ſchwer hält, zu beſtimmen, an welchem Orte das Keimbläschen urſprünglich gelegen habe. Es giebt indeß Thiere, bei welchen die Dottertheilung keine totale iſt, ſondern wo nur ein mehr oder weniger beſchränkter Theil des Dotters an der Furchung Antheil nimmt, der Reſt deſſelben dagegen in ſeiner urſprünglich formloſen Geſtalt zurückbleibt. Dies iſt der Fall bei den meiſten Fiſchen und den Dintenfiſchen oder Cephalopoden, während die Eier der übrigen Mollusken, wie die der Säugethiere, totale Furchung beſitzen. Bei den Thieren mit partieller Furchung erhebt ſich nur ein Theil des Dotters hügelartig und bildet wulſtartige Erhöhungen, in welchen helle Bläschen ſich zeigen, die ſich mehr und mehr zerſpalten, meiſt aber nach innen hin nur unvollkommen gegen die formloſe Dotterſubſtanz abgegrenzt ſind. Die Furchung ſchreitet in dieſem Falle von einem beſtimmten Punkte aus allmählich um ſich greifend fort, und überzieht, je nach den ſpeciellen Verhältniſſen, entweder das geſammte Ei, oder auch nur einen Theil deſſelben. Hier zeigt es ſich nun auf das Deutlichſte, daß der Mittelpunkt, von welchem aus die Furchung fortſchreitet, an demjenigen Orte liegt, den das Keimbläschen in dem unbefruchteten Eie behauptete, und daß dieſer ſelbe Punkt auch den Mittelpunkt der embryonalen Entwickelung bildet. Ein gleiches Verhältniß findet ſich aller Wahrſcheinlichkeit nach auch bei den Eiern mit totaler Furchung. Das Keimbläschen zeigt ſomit in dem unbefruchteten Eie jedesmal die

Stelle an, von welcher aus die embryonale Entwickelung fortſchreitet.

Das Schickſal des einfachen Keimflecks oder der vielfältigen Keimflecke iſt ebenfalls noch ſehr in Dunkel gehüllt. Dieſes Dunkel wird in Beziehung zu dem einfachen körnigen Keimfleck, wie er ſich bei den Säugethieren zeigt, auch nur ſehr ſchwer gelichtet werden können. Wenn, wie es in manchen Fällen wahrſcheinlich iſt, die zarte Haut des Keimbläschens ſich auflöst und die in demſelben enthaltene Flüſſigkeit ſich wirklich mit der Dotterſubſtanz miſcht, ſo wird es mit unſeren jetzigen Hülfsmitteln der Unterſuchung geradezu unmöglich ſein, den Keimfleck unter den zahlreichen körnigen Dotterelementen herauszufinden und wieder zu erkennen. Indeſſen iſt es jetzt durch wiederholte Beobachtungen mehr als wahrſcheinlich geworden, daß auch der Keimfleck oder die Keimflecke in durchaus keiner engeren Beziehung zu der Bildung der Embryonalgewebe ſelbſt ſtehen, und daß ſie ſogar in einzelnen Fällen ſchon innerhalb des Keimbläschens ſich auflöſen, ehe noch dieſes ſelber verſchwindet. Offenbar ſind Keimbläschen und Keimfleck mehr Theile des werdenden Eies, als weſentliche Organe des fertigen Keimes. Sie ſind nöthig zur Entſtehung des Eies; ſie ſind die bedingenden Elemente zur Bildung deſſelben; ihre Bedeutung nimmt aber ab, je mehr ſich das Ei ſeiner Reife nähert. Das Ei wird erſt entwickelungsfähig durch die Befruchtung; damit dieſe ſtatthabe und erfolgreich ſei, iſt das Keimbläschen mit ſeinem Inhalte nicht mehr nöthig. Verſuche haben zu klar erwieſen, daß die Befruchtung ſtattfinden könne, wenn auch ſchon das Keimbläschen verſchwunden und die Einleitung zur Zellenbildung im Ei getroffen iſt. Man kann demnach das Keimbläschen mit ſeinem Keimflecke eher ein Bildungsorgan des Eies nennen, welches zur Zeit der Reife des Eies als unnütz geworden eingeht, wie ſo manche Organe, im werdenden Thiere von großer Wichtigkeit, bei der ſpäteren Entwickelung eingehen.

Mit der Einleitung der Furchung iſt immer eine bedeutende innere Molecularbewegung des Eies gegeben, die ſich beſonders

durch eine bedeutende Zuſammenziehung ausſpricht. Begreiflicher Weiſe iſt dieſe Zuſammenziehung um ſo bedeutender, je tiefer die Furchung in das Ei ſelbſt eingreift, und bei den Eiern mit vollſtändiger Furchung greift ſie ſo weit ein, daß Tröpfchen der flüſſigen Dotterſubſtanz aus dem Furchungspole herausgepreßt werden. Man glaubte, als man mit dieſer Erſcheinung noch nicht vollſtändig vertraut war, auch hier einen bedeutenden Einfluß dieſer Richtungsbläschen (ſ. Fig. 71, S. 512), wie man ſie nannte, annehmen zu müſſen, konnte ſich aber ſpäter überzeugen, daß ihre Gegenwart eben nur jene bedeutendere Concentration der Dottermaſſen, die ſich zur Furchung anſchickten, anzeigte. Es verſchwinden dieſe Bläschen ſpurlos in der Flüſſigkeit, welche die Furchungskugeln umgiebt.

Die ſämmtlichen Vorgänge, welche bis zur Einleitung des Furchungsproceſſes innerhalb des Eies ſelbſt ſtattfinden, das Verſchwinden des Keimfleckes und des Keimbläschens, die Zuſammenziehung der Dottermaſſe und das Auspreſſen eines Theiles ihrer Flüſſigkeit zielen demnach darauf hin, aus dem Dotter ſelbſt ein einförmiges, homogenes Bildungsmaterial zu ſchaffen, aus welchem heraus der Embryo mit ſeinen verſchiedenen Organen ſich aufs Neue differenziren könne. Mit den äußeren Erſcheinungen gehen innere Veränderungen Hand in Hand, die zuerſt nur durch die concentrirende Molecularbewegung ſich kund geben, ſpäter aber auch da ſichtlich in die Augen treten, wo Dotterelemente vorhanden ſind, deren Veränderungen mit den Augen aufgefaßt werden können. Dieſe Veränderungen ſchreiten ſpäter bei der weiteren Entwickelung der Furchungskugeln und der aus ihnen hervorgehenden Embryonalzellen freilich noch raſcher fort; ſie beginnen aber ſchon bei dem erſten Aufleben der inneren Bildungsvorgänge, und beſtehen, wenn ich mich ſo ausdrücken darf, in einer allmählichen Reduction und Verfeinerung der anfänglich gröberen Dotterelemente. Die Oeltropfen, die Körner, die feſteren fettigen oder eiweißartigen Körper, welche ſich innerhalb der Dotterſubſtanz vieler Thiere finden, verkleinern ſich allmählich und verflüſſigen ſich mehr und

mehr, so daß nach beendigtem Vorgange dieser Art das Bildungsmaterial weit heller und durchsichtiger geworden ist. Meist unterscheidet man in den Eiern die Embryonalanlage auf den ersten Blick durch ihre größere Durchsichtigkeit von der übrigen Masse. Diese innere Durchbildung hängt von dem Dotter selbst und nicht von dem entstehenden Embryo ab, denn sie findet auch da statt, wo das Bildungsmaterial des Dotters einen abnormen Weg der Entwickelung einschlägt. Bei gewissen Würmern hat man beobachtet, daß es vielleicht von zufälligen Umständen abhängt, ob ein einziges Ei, eine einzige Dotterkugel sich durch Spaltung in mehrere Theile theilt, deren jeder einen vollständigen Embryo hervorbringt. Bei vielen Mollusken, deren Dotterkugeln, von keiner Haut umgeben, in einer gemeinschaftlichen Hülle gelegt werden, hängt es wieder von einzelnen Umständen ab, ob mehrere dieser Dotterkugeln sich zur Bildung eines einzigen Embryos vereinigen, oder ob sie isolirt bleiben. So reißen sich auch oft von dem Dotter der Mollusken einzelne Theile los, welche selbstständig sich zu Elementargebilden entwickeln, die in keiner Beziehung zu dem Embryo selbst stehen.

Kehren wir zu den Furchungskugeln zurück, um deren weiteres Schicksal zu erforschen, so sehen wir ihre Zahl immer größer, ihren Umfang immer geringer werden. Aus der geometrischen Reihe, mit dem Exponenten zwei, welche durch diese Vermehrung gebildet wird, geht schon hervor, daß jede bestehende Furchungskugel sich in zwei kleinere Kugeln theilen, und eine jede dieser kaum entstandenen Furchungskugeln wieder neue Theilungsfähigkeit besitzen müsse. Es fragt sich aber, von welchen Bildungselementen der Furchungskugel diese stets erneuerte Spaltung in zwei Hälften ausgehe, ob es das helle centrale Bläschen sei, welches auf irgend eine Weise sich theile und hernach als Anziehungsmittelpunkt diene, um welchen herum die einzelnen Dotterelemente sich in Form von Kugeln gruppiren, oder ob vielmehr in der formlosen Dottersubstanz selbst diese Tendenz zu kugelförmiger Gruppirung liege, und erst secundär in den vorgebildeten Kugeln das helle Bläschen sich entwickele.

Eine ausreichende Antwort läßt ſich nach den bis jetzt vorhandenen Beobachtungen auf dieſe Fragen nicht geben. Einerſeits läßt ſich durchaus nicht daran zweifeln, daß man zuweilen, namentlich bei gewiſſen Thieren, Furchungskugeln antrifft, welche zwei helle Kerne oder ſogar einen biscuitförmigen Kern enthalten, ſo daß man hier unmittelbar durch die Beobachtung darauf hingewieſen wird, das Primitive der Vermehrung in der Theilung des Kernes, mag dieſer nun eine zähflüſſige Maſſe oder ein Bläschen ſein, zu ſuchen. Um den ſo getrennten und in zwei Hälften auseinander weichenden Kern würde ſich die Dottermaſſe wieder neu in zwei Kugeln gruppiren. Auf der anderen Seite ſtehen eben ſo wohl conſtatirte Beobachtungen, nach welchen man ſchuhſohlenförmige Furchungskugeln geſehen hat, wo nur in der einen Hälfte ein Kern ſich befand, wo alſo die Furchungskugel ſich theilte, ohne daß der Kern die Einleitung dazu gab. Wahrſcheinlich iſt es demnach, daß eben ſo wenig, wie für andere Organtheile, auch hier eine einheitliche Art der Vermehrung angenommen werden dürfe, und daß man bald die eine, bald die andere Entſtehung in der Natur gegeben finde.

Die genauere Feſtſtellung dieſer Verhältniſſe erſcheint beſonders deshalb von Wichtigkeit, weil der Furchungsproceß die Einleitung darſtellt zu der Bildung der Elementartheile, aus welchen der Embryo ſich aufbaut. Der Embryo ſelbſt beſteht zu einer gewiſſen Zeit ſeiner ganzen Maſſe nach aus Zellen, d. h. aus bläschenartigen Gebilden, welche in ihrem ganzen Verhalten denjenigen Elementartheilen gleichen, aus welchen das Gewebe der Pflanzen aufgebaut iſt. Erſt aus dieſen urſprünglichen Elementarzellen, welche den Embryo zuſammenſetzen, entſtehen die einzelnen ſo mannichfaltigen Gewebtheile, aus welchen die Organe des Erwachſenen gebildet ſind. Die Erkenntniß dieſer urſprünglichen Uebereinſtimmung in der Structur der Pflanzen und Thiere iſt eines der ſchönſten Reſultate, welches die neuere Wiſſenſchaft zu Tage gefördert hat. Sie iſt der Ausgangspunkt geweſen zu den fruchtbarſten Arbeiten im Felde der mikroſkopiſchen Forſchung und läßt auch jetzt noch die weitſichtigſten Ergebniſſe

erwarten. Die ganze embryonale Entwickelung beruht auf dem Leben der Zellen, auf deren Entstehung und allmählicher Ausbildung, und jede Thatsache, welche auf diese Entstehung und auf die Function der Zelle im Allgemeinen Bezug hat, ist deshalb von der größten Wichtigkeit. Die Geschichte der Entstehung und Vermehrung der Furchungskugeln ist zugleich die Entstehungsgeschichte der thierischen Zellen im Allgemeinen, denn die Furchungskugeln sind nur werdende Zellen und bilden sich augenblicklich zu wirklichen Zellen aus, sobald sie durch fortschreitende Theilung diejenige Größe erreicht haben, welche die Elementarzellen des Embryos besitzen sollen. Da alle Organe des Embryo ohne Ausnahme ursprünglich aus wahren Zellen zusammengesetzt sind, so wird es, um unnöthige Wiederholungen zu vermeiden, hier ersprießlich sein, das Leben der Zellen im Allgemeinen, ihre Entstehung, Fortbildung und endliches Schicksal darzustellen, und in kurzen Umrissen die Zellentheorie so zu geben, wie der heutige Stand der Wissenschaft dieselbe ausgebildet hat.

Die Furchungskugeln haben wir in dem Vorhergehenden als kugelige Körper kennen gelernt, deren Substanz um ein Bläschen als Mittelpunkt gruppirt ist. Diese Substanz, welche stets einen gewissen Halt hat und meistens sogar noch größere Festigkeit besitzt als die ursprüngliche Dottersubstanz, wird in ihrer kugeligen Form durch ihre eigene Zähigkeit, nicht aber, wie man etwa glauben könnte, durch Umhüllung mit einer besondern Membran erhalten. Man hat viel und oft über diese Existenz von umhüllenden Membranen an den Furchungskugeln gestritten, dabei aber vergessen, daß man sich besonders in dem Fall nicht einigen konnte, wo man von Furchungskugeln verschiedenen Alters sprach, indem die anfänglich hüllenlosen Kugeln sich allerdings zu einer gewissen Zeit mit einer Membran umkleiden. Die gelatinöse Grundsubstanz, in welcher die Körnchen der Dottermasse und der Masse der Furchungskugeln zerstreut sind, verdichtet sich allmählich an der Peripherie der Furchungskugel und erhärtet endlich zu einer structurlosen einfachen Membran, deren Existenz und bestimmte Abtrennung von dem Inhalte um so leichter nach-

gewieſen werden kann, je längere Zeit die Membran beſtanden hat. Man kann ſich den Vorgang dieſer Erhärtung etwa verſinnlichen, wenn man die Bildung einer feſteren geronnenen Schicht auf gekochtem Leim z. B. ins Auge faßt. Auch hier läßt ſich im Anfang nur erkennen, daß an der Oberfläche unter dem Einfluſſe der Luft eine conſiſtentere Schicht ſich gebildet hat, die allmählich in die innere flüſſige Maſſe übergeht und ſich von dieſer nicht ſcheiden läßt; nach und nach gerinnt dieſe Schicht zu einem einfachen Häutchen, das man trennen und abziehen kann. Ganz ſo verhält es ſich auch mit den Furchungskugeln. Je kleiner dieſe werden, deſto beſtimmter ſpricht ſich die Trennung zwiſchen umſchließender Haut und innerer, eingeſchloſſener Subſtanz aus. Iſt dieſe Trennung einmal nachweisbar vollendet, ſo nennen wir die Gebilde, die wir vor uns haben, Zellen, und wir erkennen dann gewiſſe Lebenserſcheinungen, welche ihren Sitz hauptſächlich in der die Zelle einſchließenden Membran oder in der Zellenwand haben.

Indem wir die allmähliche Bildung der Furchungskugeln und die Ausbildung der Zellenwand verfolgten, haben wir zugleich die Entſtehungsgeſchichte der Zelle ſelbſt kennen gelernt, ſowie deren einzelne Theile bezeichnet. Alle aus Furchungskugeln hervorgegangenen Zellen, und da dieſe es ſind, welche den Embryo zuſammenſetzen, alle primitiven Embryonalzellen werden aus folgenden Theilen gebildet.

1) Aus einer äußeren umhüllenden, ſtructurloſen Membran, der Zellenwand, welche die Form eines kugeligen Bläschens beſitzt und durch Condenſirung der peripheriſchen Schicht einer Furchungskugel entſtanden iſt.

2) Aus einem mehr oder minder flüſſigen oder weichen körnigen Inhalt, gebildet von der urſprünglichen Dotterſubſtanz, welche nach ihrer Gruppirung in kugeliger Form von der allmählich an der Peripherie ſich verdichtenden Zellenwand umſchloſſen wurde, und

3) endlich aus einem inneren hohlen, mit waſſerheller Flüſſigkeit gefüllten Bläschen, dem Kerne, der urſprünglich in der

Mitte des Körnerhaufens ſich befindet, und zuweilen, wenn auch nicht in allen Fällen, ein körniges Kernchen umſchließt.

Welches Gebilde bei dem beſchriebenen Vorgange der Zellenbildung aus Furchungskugeln das primäre ſei, ob der körnige zur Kugel geballte Inhalt, das in demſelben eingeſchloſſene Bläschen, der Kern, oder das in dem Kerne gelegene Kernchen, kann vor der Hand noch nicht mit Sicherheit ausgemacht werden. So viel iſt aber feſtgeſtellt, daß die Zellenwand eine ſecundäre Bildung um die vorher beſtehende Subſtanzkugel mit ihrem Kerne iſt, und daß faſt in allen Fällen ſich die drei integrirenden Beſtandtheile: Kern, Inhalt und Zellenwand, deutlich in dieſen primitiven Embryonalzellen unterſcheiden laſſen. Es fragt ſich aber, ob alle Zellen des Thierkörpers auf eine und dieſelbe Weiſe entſtehen.

Als man die große Idee von der primitiven Zellenbildung aller thieriſchen Gewebe zuerſt aufſtellte, glaubte man nach den vorhandenen, beſonders an Pflanzen angeſtellten Beobachtungen ein allgemeines Schema der Zellenbildung geben zu müſſen. Von dem Grundſatze ausgehend, daß gleichartige Dinge auch auf gleiche Weiſe entſtehen müßten, behauptete man die Allgemeinheit dieſes Schemas für alle Zellen ohne Ausnahme. Die innere Nothwendigkeit der gleichartigen Entſtehungsweiſe aller Zellen iſt indeß damit durchaus noch nicht dargethan, daß man in bläschenartigen Gebilden, welche ſehr verſchiedener Form, verſchiedenen Inhalts und verſchiedenen Endſchickſals ſein können, Lebenserſcheinungen nachweist, welche uns berechtigen, dieſelben unter einem gemeinſamen Begriffe, demjenigen der Zelle, zuſammenzufaſſen. Wenn Jemand behaupten wollte, daß alle Thiere auf die gleiche Weiſe entſtehen müßten, ſo würde man eine ſolche Anſicht eben einfach mit Hinweiſung auf die Erfahrung zurückweiſen, die uns mehrfache Entſtehungsarten der Thiere kund giebt, und wenn Jemand, um ein näher liegendes Beiſpiel zu wählen, den Satz aufſtellte, daß alle verſchiedenen Arten von Faſern, welche ſich in den thieriſchen Geweben finden, auch wirklich in gleicher Weiſe entſtanden ſein müßten, ſo würde man ſich

ebenfalls genöthigt sehen, mit Hindeutung auf die Erfahrung ihn zurückzuweisen. Ganz so verhält es sich auch mit den Zellen; wenn wir auch eine gewisse Gruppe von Elementartheilen Zellen nennen und diese Zellen in gewissen Punkten mit einander übereinstimmen, so können dieselben doch in anderen Verhältnissen von einander abweichen, und jetzt schon beweist uns die Erfahrung, daß es Entstehungsweisen von Zellen giebt, welche von der oben beschriebenen in ihrem Mechanismus durchaus verschieden sind.

Nach der von dem Begründer der Zellentheorie zuerst aufgestellten Ansicht sollten sich die Zellen bei den Pflanzen und Thieren in folgender Weise bilden und vermehren. In der formlosen, körnigen Grundsubstanz, die man an vielen Orten in werdenden Gebilden findet, und welche man Cytoblastem (Zellenbildungsstoff) nannte, sollte ein besonderes Körnchen sich vergrößern und einen Anziehungspunkt, ein Kernchen (Nucleolus) bilden, um welchen herum die Körnchen der Grundsubstanz sich zu einem rundlichen oder linsenförmigen Körper, einem Kerne (Nucleus) gruppirten. Auf der einen Seite dieses Kernes sollte sich nun eine membranartige Schicht niederschlagen, welche anfangs dem Kerne eng anliege, allmählich wüchse, sich ausdehne und zu einem Bläschen entwickele, an dessen innerer Seite der Kern dann anhängend gefunden werde. Dieses Bläschen, die entstehende Zellenwand, sollte anfänglich etwa in einem Verhältnisse zu dem Kerne stehen wie das Uhrglas zu dem Körper einer Uhr, und erst durch das allmähliche Eindringen flüssigen Inhalts sollte dies Bläschen sich vergrößern und nach und nach die Größe erhalten, welche es in gewöhnlichen Zellen besitzt, wo der Kern nur in unbedeutendem Verhältnisse zu der Zelle steht. Es ist klar, daß bei dieser Annahme der Zellenbildung anfänglich nur flüssiger Inhalt durch Endosmose in das Innere der Zelle gelangen konnte, und in der That hielt man auch die häufig in dem Zelleninhalte befindlichen Körnchen für Producte späteren Niederschlags.

Die Bildungsweise der Zellen aus den Furchungskugeln beweist schon eine durchaus verschiedene Entstehungsweise der ersten thierischen Zellen. Betrachtet man das primitive Ei als eine Zelle, so besteht die Vermehrung in einer Theilung des zähen Zelleninhaltes, die so weit fortschreitet, bis diese Klumpen sich mit Zellenhäuten umgeben und selbst Zellen werden, ohne daß sich die Dotterhaut (Zellenwand) daran betheiligte.

Die fortschreitende Theilung freier Zellen hat man an den Blutkörperchen junger Embryonen nachgewiesen. Der runde Kern wird schuhsohlenförmig, theilt sich, so daß zwei Kerne in den Polen der eiförmig gewordenen Zelle liegen, welche sich immer mehr in der Mitte einschnürt und endlich in zwei Zellen zerfällt, deren jede ihren Kern hat. Die Zellenwand folgt also hier der Theilungsbewegung des Kernes. In anderen Fällen zeigt sich eine ursprüngliche Knospung oder Mehrtheilung des Kernes, welcher dann ebenfalls die Zellenwand zu folgen scheint.

So ist es denn in der gegenwärtigen Zeit zur Gewißheit erhoben worden, daß man weder in normalen Bildungs- und Vermehrungs-Processen, noch in krankhaften Gebilden jemals Zellen hat entstehen sehen ohne die Mitwirkung vorher vorhanden gewesener Zellen; daß also die ursprüngliche Zellentheorie, wonach dieselben frei im Cytoblastem entstehen sollten, bis jetzt noch durch keine genügend festgestellten Beobachtungen erwiesen ist. Mit anderen Worten: Alle im thierischen Organismus entstehenden Zellen sind nach den jetzt vorliegenden Beobachtungen Nachkommen existirender Zellen, so wie alle Thiere Nachkommen von Thieren, von Eltern sind. Zellen erzeugen Zellen, Thiere erzeugen Thiere — es giebt weder eine Urzeugung von Thieren noch von Zellen.

Man sieht leicht ein, daß dieses Gesetz nur der Ausdruck der bis jetzt ganz sicher festgestellten Thatsachen ist, daß aber jede entgegenstehende Thatsache die Allgemeinheit desselben aufheben oder beschränken kann.

Wir beobachten in den Zellen eine Menge eigenthümlicher Erscheinungen, welche hauptsächlich der Zellenwand angehören

und darauf hinführen, die Zelle gleichsam als einen für sich bestehenden Organismus anzusehen, der ein eigenthümliches Leben hat, welches sich durch Wachsthum in bestimmten Richtungen, durch Veränderungen der im Inneren enthaltenen Gebilde, durch Aufnahme und Abgabe gewisser Stoffe, endlich sogar manchmal durch Bewegungserscheinungen und durch einen bestimmten Lebenscyclus kund giebt, in Folge dessen die Zelle entsteht, sich ausbildet, in andere Elementartheile übergeht, oder auch der endlichen Auflösung anheimfällt. Freilich entwickelt sich eine jede Zelle nach dem Typus des Organismus, welchem sie angehört, und in Beziehung zu dem Organe, von welchem sie einen Theil ausmacht; allein ihr Leben ist dennoch in manchen Beziehungen unabhängig von der Existenz dieses Organismus, und kann oft noch eine Zeit lang auch ohne den Zusammenhang mit demselben fortbestehen. Ich weiß kein besseres Bild zur Versinnlichung des Lebens eines aus Zellen zusammengesetzten Organismus, als die Vergleichung mit einem Bienenstocke. Jede Arbeiterbiene ist durch ihren Instinct, durch die Organisation ihres gesammten Körpers darauf angewiesen, die Honigkuchen nach einer bestimmten Norm zu verfertigen und aufzubauen. Jede derselben ist an ihren Stock gefesselt und baut nur dann in diesem Stocke, wenn ihre Königin darin weilt. Trotz dieser Unterordnung unter das Ganze ist dennoch jede Biene frei, den Honig, das Wachs, kurz alle nöthigen Materialien da zu holen, wo es ihr gefällt, und in solcher Menge herbeizubringen, als sie zweckmäßig findet. In gewisser Weise ähnlich verhalten sich auch die Zellen, welche einen werdenden Organismus bilden. Sie entwickeln sich nach bestimmten Normen, die dem Typus, welchem der Organismus angehört, entsprechen; allein in diesem Streben, in diesem Zusammenwirken zur Bildung des Ganzen führt eine jede Zelle ein mehr oder weniger beschränktes individuelles Leben, das je nach besonderen Verhältnissen modificirt werden kann.

Von wesentlicher Wichtigkeit für das Leben der Zellen sind die Veränderungen, welche wir im Inneren derselben erfolgen sehen, die Umwandlungen, welche der Inhalt selbst erfährt;

Erſcheinungen, die beſonders von der Zellenwand auszugehen ſcheinen. Schon die einfachen endosmotiſchen Proceſſe, welche bei allen thieriſchen Membranen vorkommen, zeigen ſich auch bei den Zellen, die in nicht concentrirten Flüſſigkeiten aufſchwellen und ſelbſt berſten, in concentrirten dagegen durch Abgabe von Flüſſigkeit einſchrumpfen und ſich runzeln; allein außer dieſen Phänomenen kommt der Zellenwand auch noch eine eigenthümliche Einwirkung auf die Flüſſigkeiten zu, von denen die Zelle umſpült wird. Wir haben ſchon bei der Betrachtung der Abſonderungsthätigkeit die Frage beſprochen, ob die in den Drüſengängen vorhandenen Zellen die Secretionsſtoffe in ſich erzeugen, oder ſie nur einfach aus der allgemeinen Ernährungsflüſſigkeit aufnehmen. Wir haben uns für die letztere Annahme erklärt für einige Fälle aus dem Grunde, weil man einzelne Secretionsſtoffe im Blute nachweiſen kann; zu gleicher Zeit aber zeigten wir, daß dieſe Anziehungskraft für einzelne Stoffe, welche die Zellenwand beſitzt, von der Fähigkeit, dieſe Stoffe neu zu bilden, nur ſehr wenig abſtehe, und daß dieſe Bildung von Stoffen in der That in anderen Fällen ſtattfinde. Jede Zelle iſt ſo gleichſam ein ſpecifiſches Filtrum wie ein beſonderer Bildungsheerd für gewiſſe Stoffe, und zeigt ihre Lebensthätigkeit eben darin, daß ſie in einer Auflöſung verſchiedenartiger Stoffe nur diejenigen anzieht und in ſich hinein filtrirt, welche ihrer Natur nach zu der Zellenwand in einem gewiſſen Verhältniß ſtehen und zu der Bildung des ſpecifiſchen Zelleninhaltes beitragen. So ziehen die Blutkörperchen aus dem Blute allen Blutfarbeſtoff an ſich, die Nierenzellen aus demſelben Blute den Harnſtoff, die Leberzellen den Zucker und den Gallenfarbſtoff — alles Stoffe, welche man im normalen Zuſtande nur in dieſen Zellen findet und die oft nur in unbeſtimmbarer Menge in dem Blute enthalten ſind.

Nicht nur bei dieſer Aufnahme beſonderer ſpecifiſcher Stoffe zeigt ſich aber die Zellenwand beſonders intereſſirt, ſondern auch bei manchen anderen Erſcheinungen. So geht die allmähliche Verflüſſigung des Inhaltes bei den mit grobkörnigem Gehalte verſehenen Zellen ſtets von der Zellenwand aus; die Körner ver-

ſchwinden zuerſt in der Nähe derſelben, ſo daß platte Zellen wie ein Ring ausſehen, der mit einem hellen Rande umgeben iſt, und zuletzt erſt löſen ſich diejenigen Körner auf, welche den Kern umgaben. Der Niederſchlag von körnigen Maſſen in Zellen mit anfänglich flüſſigem Inhalt geht den umgekehrten Weg; zuerſt ſammeln ſich die Körner um den Kern und allmählich nur nähern ſie ſich der Peripherie. Oft verdicken ſich die Zellen in der Art, daß ſich allmählich neue Schichten an die Zellenwand anlegen; die Zellenwand ſelbſt leiſtet mit dem Alter größeren Widerſtand gegen chemiſche Reagentien, löst ſich z. B. ſchwerer in Eſſigſäure auf. Alle dieſe Thatſachen beweiſen, daß die Zellenmembran in den Lebenserſcheinungen der Zellen die bedeutendſte Rolle ſpielt und daß ſie beſonders der Sitz derſelben iſt.

In gewiſſen Zellen erreicht die Zellenwand den höchſten Grad der Ausbildung, indem ſie wirklich Contractilität erhält und bewegungsfähig wird. Die Wimpern der Flimmerzellen ſind nur Ausfaſerungen der Zellenwand, welche beweglich werden. Die Unabhängigkeit ſolcher Wimperzellen kann ſo weit gehen, daß ſie förmlich ſich losreißen und frei umher bewegen, wie man dies namentlich bei den Wimperzellen von Schneckenembryonen beobachtet hat. Von dieſer freien Beweglichkeit der Wimperzellen zu der gänzlichen Befreiung der Zellen iſt nur ein Schritt, der in der That in der Natur auch gethan ſcheint. Schon die oben erwähnten losgeriſſenen Wimperzellen gleichen ſo vollkommen manchen Infuſorien, daß ihr Entdecker ſie wirklich als Thiere betrachten wollte. Die neueren Unterſuchungen haben nun gelehrt, daß es in der That manche niedere Thiere und Pflanzen giebt, welche nur von einer einzigen Zelle gebildet werden, ſo daß die Zelle alſo nicht nur Bewegung, ſondern auch Empfindung beſitzt. Die Gregarinen und manche andere mikroſkopiſche Organismen ſind Zeitlebens nichts anderes als eine einfache Zelle. Andere Thiere ſind nur während einer gewiſſen Zeit auf dieſer Stufe der Bildung, über die ſie ſich ſpäter hinausſchwingen. So ſind die meiſten ſogenannten beweglichen Keimſchläuche, deren wir oben bei der Ammenzeugung gedachten, Anfangs nur einfache thieriſche

Zellen, welche in ihrem Inneren die Brut der Jungen erzeugen. Das Ei endlich ist in seinem ursprünglichen Zustande ebenfalls nichts anderes als eine Zelle: der Keimfleck das Kernchen, das Keimbläschen der Kern, der Dotter der Inhalt, die Dotterhaut die Zellenwand. Es zeigt sich aber in diesen Verhältnissen, die wir nur andeuten können, wieder recht deutlich die allmähliche Unterordnung der Zelle unter das Ganze des Organismus. Bei den niedersten Thieren ist die Zelle selbst der Gesammtorganismus; eine Stufe höher bildet die Zelle den Organismus nur während einer Uebergangsperiode, besitzt aber auch dann noch alle animalischen Functionen, Empfindung und Bewegung, wenn gleich in sehr unausgebildetem Zustande; noch weiter aber ist der Organismus ursprünglich eine unbewegte Zelle, dann ein Zellenhaufen, dessen einzelne Glieder sich trennen, Bewegung erhalten und eine Zeit lang ein eigenes Leben führen können; endlich bei den höchsten Thieren wird die Eizelle nicht beweglich, aus dem späteren Zellenhaufen können sich die einzelnen Elemente nicht loslösen, um ein selbstständiges Leben während einiger Zeit zu führen, und die Bewegung wird nur einzelnen bestimmten Zellen zuertheilt, während die meisten durch Metamorphosen ihrer ursprünglichen Natur entfremdet und in andere Gewebtheile übergeführt werden, die mehr noch als die einfache Zelle von dem Organismus im Ganzen abhängig sind.

Diese Umwandlungen der Zellen im Einzelnen zu verfolgen, würde uns hier zu weit führen. Es kommen dieselben zu Stande theils durch einseitiges Auswachsen nach verschiedenen Richtungen, wodurch geschwänzte, birnförmige, spindelförmige, cylindrische Gestalten erzeugt werden, die endlich in solide Fasern sich spalten oder auch durch Aneinanderwachsen in Röhren sich umwandeln; theils auch durch äußere oder innere Anlagerung von Schichten und Fasern, und theils wieder durch Aufnahme verschiedener Stoffe, Auflösung der Wände, der Kerne und dergleichen mehr. Alle diese Verwandlungen bieten einen großen Reichthum an Erscheinungen dar; sie sind in jedem Gewebe anders, und ich müßte die mikroskopische Anatomie sämmtlicher einzelner Organe

und die Entstehungsgeschichte der einzelnen Gewebtheile darstellen, wenn ich alle diese Metamorphosen näher berühren wollte, die im Ganzen darauf hinauslaufen, die selbstständigen Lebenserscheinungen, welche die Zelle zeigte, zu vernichten und dieselbe ganz dem allgemeinen Leben des Organismus unterzuordnen.

Mit dieser Vernichtung des speciellen Zellenlebens im Organismus gewinnen aber die außerhalb der Zelle befindlichen Stoffe eine größere Bedeutung. Die Zellen sind, bei den Thieren sowohl wie bei den Pflanzen, durch eine formlose, bei ersteren mehr flüssige Substanz mit einander verbunden, die sogenannte Intercellularsubstanz. Bei den Pflanzen spielen ferner die Intercellularräume eine große Rolle, leere Räume, welche sich zwischen den einzelnen Zellen hinziehen und meist mit circulirendem Safte gefüllt sind. Diese Substanzen und Räume zwischen den Zellen bekommen bei den Thieren größtentheils erst dann ihre Wichtigkeit, wenn die Zellennatur der Gewebe durch die späteren Metamorphosen zu schwinden beginnt. Die größeren Blutgefäße nämlich, die Drüsengänge ohne Ausnahme, sind ihrer Entstehung nach nur Intercellularräume, entstanden durch das Auseinanderweichen ursprünglich compacter Zellenmassen, und das Blut, wie die verschiedenen Secretionsflüssigkeiten, sind, ihrem Ursprunge nach, nur flüssige Intercellularsubstanz. Wir werden bei der Bildung der Blutgefäße, bei der Entstehung der Drüsengänge näher hierauf eingehen und namentlich sehen, daß die Circulation des Blutes erst dann in ihre, für den Körper so wichtige Stelle eintritt, wenn die ursprüngliche Zellenstructur des Embryo untergeht, und daß die Anlagen der Organe ganz ohne Intervention der Circulation sich aus Zellen aufbauen, welchen in der ersten Zeit alle Functionen zukommen, die später durch die Blutflüssigkeit vermittelt werden.

Zweiundzwanzigster Brief.

Das Ei und seine Hüllen in der Gebärmutter.

Wir haben in dem vorigen Briefe das Ei bis zu dem Augenblicke verfolgt, wo die Furchungskugeln, auf ihren kleinsten Durchmesser reducirt, sich mit Membranen umgaben und so als wirkliche Zellen hinstellten. Die Dottermasse im Ganzen hat in diesem Momente, wo das Ei in den Uterus eintritt, ihre ursprüngliche kugelige Gestalt wieder gewonnen, und nur die warzenartigen Erhöhungen auf der Oberfläche deuten bei dem unverletzten Ei darauf hin, daß der Dotter auf diesem letzten Stadium der Furchung noch aus kugeligen Elementen zusammengesetzt sei. Sobald die Furchungskugeln sich einmal in Zellen umgewandelt haben, treten bald die Functionen der Zellenwände auf, wodurch die äußere Structur der Zellen und die Natur ihres Inhaltes verändert wird. Die Zellen der Säugethiereier drängen mehr und mehr nach der Peripherie, während im Inneren Flüssigkeit sich ansammelt und das Ei durch Einsaugung von außen an Umfang zunimmt. Die Zellen haften zugleich durch ihre Oberfläche fester an einander, wie wenn sie mittelst einer lebenden Intercellularsubstanz an einander geleimt wären. Sie zerfallen nicht mehr bei dem Oeffnen des Eies, wie früher die Furchungskugeln, sondern bilden nun eine zusammenhängende, hautartige Ausbreitung, in welcher sie sich durch den gegenseitigen Druck abplatten und sechseckige Gestalten annehmen, so daß eine solche Zellenlage,

von der Fläche aus geſehen, etwa das Anſehen eines alten Fenſters bietet, in welchem kleine ſechseckige Scheiben durch Bleiſtäbe mit einander verbunden ſind. Dieſes Hindrängen der Zellen nach der Peripherie erreicht ſeinen endlichen Gipfelpunkt in der Bildung der erwähnten hautartigen Ausbreitung, welche der inneren Fläche der Zona hart anliegt und aus den ſchönſten ſechseckigen plattgedrückten Pflaſterzellen beſteht, die man ſehen kann. Jede dieſer Zellen hat einen centralen hellen Kern, das urſprüngliche helle Bläschen der Furchungskugel. Der körnige Inhalt iſt anfangs gleichmäßig in der Zelle vertheilt, bald aber beginnt die allmähliche Aufſaugung dieſer dunkleren Körnchen von der Zellenwand her, und da die Zelle ſelbſt abgeplattet iſt, ſo zeigen ſich die am längſten perſiſtirenden Körner in Geſtalt eines Ringes körniger Subſtanz, welcher um den hellen Kern gruppirt iſt.

Während dieſe Veränderungen in den Zellen ſelbſt vorgehen, hat ſich das Ei durch Aufnahme von Flüſſigkeit in das Innere mehr und mehr vergrößert und die Zona ſelbſt in bedeutendem Grade ausgedehnt. Wenn die Zona anfangs unter dem Mikroſkope als ein verhältnißmäßig ſehr dicker, gläuzender Ring erſchien, der ſich um die Dotterkugel legte, ſo zeigt ſie ſich jetzt, wo das Ei in dem Uterus befindlich iſt, als eine zarte Membran, die ſo

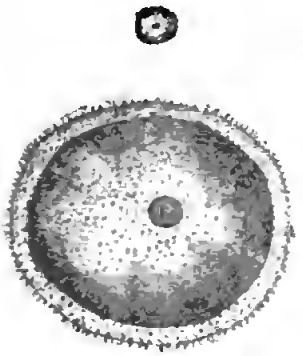


Fig. 74. Ein Hundeei aus dem Uterus, in natürlicher Größe und vergrößert. Das Ei beſteht aus zwei ineinander geſchachtelten häutigen Blaſen — die äußere, die übermäßig ausgedehnte Zona, iſt mit den Anfängen der Zotten beſetzt und wird von nun an das Chorion genannt; die innere oder Keimblaſe iſt durch einen Zwiſchenraum vom Chorion getrennt. Man ſieht in der Mitte die dunkle Zellenanhäufung (Fruchthof), wo der Embryo ſich entwickelt.

a. Zottige Zona. b. Keimblaſe. c. Fruchthof.

dünn iſt, daß ſie keine doppelten Contouren mehr bemerken läßt. Durch dieſe allmähliche Ausdehnung der Zona, welche ſich während des Furchungsproceſſes ausbildete, durch die Umwandlung der Furchungskugeln in Zellen und die Anlagerung dieſer Zellen

zu einer continuirlichen peripherischen Schicht, zu einem Hautsacke, welcher eine helle Flüssigkeit einschließt, hat das Ei in dem Uterus ein durchaus verändertes Ansehen bekommen. Es ist fast durchsichtig, von der Größe eines Stecknadelkopfs und aus zwei dünnen, in einander geschachtelten Membranen zusammengesetzt, von welchen die äußere, structurlose, die sehr verdünnte Zona darstellt, welche jetzt Chorion heißt, während die innere aus den zusammengebackenen Zellen besteht. Wir nennen diese innere aus Zellen zusammengesetzte Membran die Keimblase, oder noch besser, um Verwechslung mit den Keimbläschen zu verhüten, die Keimhaut, indem in dieser Zellenausbreitung die ersten Embryonalbildungen sich entwickeln.

Das Ei des Meerschweinchens, welches überhaupt manche sonderbare Eigenthümlichkeiten vor anderen Säugethieren voraus hat, zeichnet sich auch dadurch besonders aus, daß seine äußere Hülle, die Zona, in der Gebärmutter gänzlich verloren geht, so daß das Ei dann nur einen einfachen Zellenkörper darstellt, der mit der Schleimhaut der Gebärmutter selbst verwächst, ohne daß sich eine äußere Hülle um ihn herum bildete.

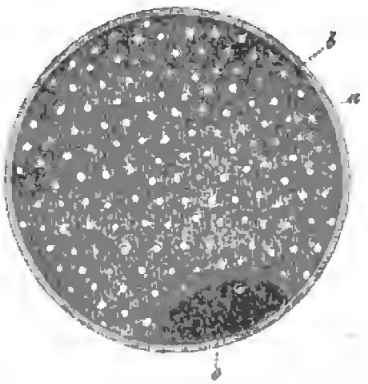


Fig. 75.

Kaninchenei aus dem Uterus. a. Die Zona. b. Die Keimblase oder Keimhaut, aus sechseckigen Zellen bestehend. c. Der Haufen noch unverbrauchter Zellen.

Von Anfang an, sobald einmal die Keimhaut in der ganzen Peripherie des Eies gebildet ist, erkennt man, daß nicht alle

Zellen zur Bildung derſelben verwendet wurden, ſondern daß an einem gewiſſen Orte noch Material in dunklen Zellen angehäuft iſt, welches einen rundlichen, unbeſtimmt begrenzten Haufen an der inneren Wand der Keimhaut bildet. Während in den abgeplatteten Zellen der Keimhaut die dunklen Körnchen bis auf eine Ringſchicht um den Kern verſchwunden ſind, zeigen ſich in dieſer Anhäufung die Zellen noch in ihrer urſprünglichen Form als rundliche Blaſen, die mit körniger Maſſe durchaus angefüllt ſind, ſo daß ſie noch den urſprünglichen Furchungskugeln in jeder Beziehung weit mehr gleichen, als die hellgewordenen abgeplatteten Zellen der Keimhaut. Die erwähnte Zellenanhäufung, die wir fortan den Fruchthof nennen werden, iſt die Bildungsſtätte des zukünftigen Embryo. Sie iſt der Mittelpunkt, von welchem aus die Bildung des neuen Weſens fortſchreitet, und die dort angehäuften Zellen ſind das Material, aus welchem die erſten Formgeſtaltungen des Embryo ſich aufbauen. Alle Neubildungen, welche wir in dem Folgenden beſchreiben werden, und aus deren fortſchreitender Aufeinanderfolge der Embryo ſich zuſammenſetzt, beginnen zuerſt im Fruchthofe, und viele ſogar überſchreiten denſelben nie. Die ſonſtige, von dem Dotter übrig gebliebene Flüſſigkeit, welche innerhalb der Keimblaſe abgelagert iſt und eine gelatinöſe dickliche Beſchaffenheit zeigt, iſt, wie es ſcheint, nur dazu beſtimmt, bei dem Aufbaue des Zellenmaterials hülfreiche Hand zu leiſten. Sie wird allmählich bis auf einen kleinen Reſt aufgeſaugt, während dem ſich ſtets neue Zellenſchichten zur Bildung der Organe in dem Fruchthofe ablagern.

Dieſe ſucceſſive Anlagerung, dieſes Wuchern der Zellenmaſſen, welche den Körper des Embryo zuſammenſetzen ſollen, zeigt offenbar eine fortſchreitende Ausbildung von Außen nach Innen. Die peripheriſchen Zellen ſind ſtets in ihrem Ganzen weit mehr vorangeſchritten, als die nach innen gegen das Centrum des Eies gelegenen, und man kann im Durchſchnitt behaupten, daß in der ganzen embryonalen Entwickelung ein Organ oder eine Zellenſchicht um ſo weiter fortgeſchritten ſei, je näher nach der Peripherie zu ſich dieſelbe befinde. Betrachtet man

dieſe Tendenz in Bezug auf das Ei in ſeinem Ganzen, ſo ergäbe ſich daraus das Fortſchreiten der bildenden Kraft von außen nach innen, von der Peripherie nach dem Centrum hin. Allein es iſt wohl zu bedenken, daß überhaupt die embryonalen Bildungen ihren Mittelpunkt nicht in dem Inneren des Eies, ſondern an der Stelle finden, wo das Keimbläschen im unbefruchteten Eie eingebettet lag, und daß, der früheren Bildung des Eies zufolge, der Dotter excentriſch um dieſen Ort der Embryonalbildung herumlag. Für die embryonalen Bildungen iſt dieſe Stelle der Mittelpunkt, von welchem aus ſie nach allen Richtungen hin fortſchreiten, ſowohl gegen das Centrum des Eies hin, als auch ſtrahlenförmig nach allen Richtungen auf der Oberfläche der Keimhautblaſe. In dem Ei läßt ſich ſomit eine doppelte Bildungsrichtung unterſcheiden — die Herſtellung des Materials, welche, von Außen nach Innen fortſchreitend, ſtets neue Schichten an den Embryo anlegt — und der Aufbau dieſes Materials zu Organen, der von der Embryonalaxe nach der Peripherie hin ausſtrahlt. Nicht mit Unrecht kann man deshalb den Embryo einem paraſitiſchen Weſen vergleichen, deſſen Keim an einer gewiſſen Stelle in das Ei eingebracht wurde, und der ſich nun von dieſer Stelle aus nach allen Seiten hin wuchernd über das Ei ausbreitet, daſſelbe in ſeinem kräftigen Wachsthume umſchlingt und allmählich in ſich aufnimmt.

Die erſte Bildung, welche man in der dunklen Zellenanhäufung des Fruchthofes unterſcheiden kann, iſt eine Spaltung deſſelben in zwei concentriſch über einander liegende Zellenanhäufungen. Der Fruchthof beſteht alsdann aus einer doppelten Lage von Zellen, deren jede am Fruchthofe ſelbſt dicker iſt, als an der Peripherie. Die äußere dieſer Lagen, welche die dickere iſt, geht an den Rändern unmittelbar in die polyedriſchen, abgeplatteten Zellen der Keimhaut über, ſo daß dieſe letztere, die in der ganzen Peripherie des Eies aus einer einfachen Zellenlage beſteht, in dem Fruchthofe gleichſam ſchildförmig verdickt erſcheint. Die innere Lage von Zellen läßt ſich anfangs nur an dem Fruchthofe unterſcheiden, bald aber dehnt ſie ſich aus,

wuchert unter der äußeren Keimhautlage fort und überzieht allmählich das ganze Ei, bis sie an dem dem Fruchthofe gegenüber liegenden Pole sich zu einer sackförmigen Blase zusammenschließt. Die Zellen dieser inneren Lage sind dunkler, körniger, als die der äußeren, und ihre Grenze läßt sich sonach ziemlich leicht unterscheiden. Man hat Eier beobachtet, in welchen diese innere Zellenlage nur ein Drittel oder die Hälfte der Kugel bedeckte, während sie an anderen Eiern dieselbe gänzlich umschloß. Sobald diese Umschließung beendigt ist, findet sich demnach die Keimhaut aus zwei ineinander geschachtelten Säcken zusammengesetzt. Das Ei besteht sonach, sobald die Bildung dieser beiden Blätter vollendet ist, aus einer inneren klaren, zähen Dotterflüssigkeit, welche von drei concentrischen Säcken in Kugelgestalt eingeschlossen wird. Der äußerste dieser Säcke ist eine structurlose feine Membran, die übermäßig ausgedehnte Zona, die jetzt schon mit Zöttchen besetzt ist. Die beiden inneren Säcke sind aus Zellenlagen gebildet, welche beide an der Stelle des Fruchthofes verdickt sind, und diese beiden nur sind es, welche an der Bildung des Embryo Antheil nehmen.

Die Entwickelungsgeschichte des Embryo hat erst in der neuern Zeit mit dem Anfange unseres Jahrhunderts diejenige Anerkennung gefunden, welche ihr gebührt. Da man im Anfange die Schwierigkeiten, welche sich der Untersuchung des Säugethiereies entgegenstellen, nicht gehörig zu überwinden verstand, so wählte man das Ei des Vogels und namentlich des Huhns zu den Beobachtungen, weil man durch zweckmäßige Bebrütung sich stets Eier in einem gewissen Stadium der Entwickelung verschaffen konnte. Auch hier erkannte man die Anlage der Keimhaut und ihre Bildung aus mehreren Blättern, und da man zugleich bemerkte, daß jedes dieser Blätter eine besondere Gruppe von Organen des embryonalen Leibes aus sich entwickelte, so stellte man für die einzelnen Blätter allgemeine Schemata auf und behandelte die Entwickelungsgeschichte der Embryonen nach dieser schematischen Grundabtheilung. Die Beobachtung, die seither von allen vorurtheilsfreien Forschern bestätigt wurde, hatte ge-

lehrt, daß die Keimanlage anfänglich aus zwei Blättern, einem oberen und einem unteren, beſtehe, daß aber bald nach dem Beginne der Bebrütung, durch Verdickung und Spaltung des unteren Blattes, ein oberes oder äußeres, ein mittleres und ein unteres oder inneres Blatt hergeſtellt werde, die an den Rändern des Fruchthofes mit einander verſchmelzen. Nach mancherlei Schwankungen in den Anſichten über die Beziehung dieſer Blätter nennt man jetzt das obere das Sinnesblatt, das mittlere das Bewegungsblatt (motoriſch-germinatives Blatt), das untere das Darmdrüſenblatt. Aus dem oberen Blatte entwickeln ſich die äußere Haut, die Sinnesorgane und das centrale Nervenſyſtem; aus dem mittleren Skelett Muskeln und Geſchlechtsorgane; aus dem unteren der Darmkanal mit ſeinen Anhängen.

Um das Verhältniß dieſer einzelnen Blätter zu der Lagerung der Organe ſich näher zu veranſchaulichen, ſtelle man ſich einen Augenblick vor, der Körper des Menſchen ſei von dem Munde an bis zu der Schambeinfuge durch einen ſenkrechten, in der Mittellinie geführten Schnitt aufgeſchlitzt, und die Höhlen der Bruſt und des Unterleibes auf dieſe Weiſe geöffnet worden. Man ſtelle ſich vor, als ſei ſo mit einem menſchlichen Leichnam verfahren worden, wie man einem geſchlachteten Thiere den ganzen Leib aufbricht, um die Eingeweide herauszunehmen. Zur Vervollſtändigung des Bildes endlich nehme man an, daß der ſo behandelte Leichnam mit der aufgeſchnittenen Bauchfläche über eine Kugel hinübergeſpannt ſei, welche von den aufgeſchnittenen Wänden der Bruſt und des Bauches zum Theil umfaßt wird. In welcher Lagerung werden ſich nun nach ſolcher Behandlung des menſchlichen Körpers die einzelnen Theile zeigen?

Als äußere Theile werden ſich zu erkennen geben die äußere Haut mit den darauf geöffneten Sinnesorganen, der Rückgrat mit dem Kopfe, mit den Gliedern, mit den Muskelmaſſen und Knochen, welche den Stamm zuſammenſetzen. Gehirn und Rückenmark erſcheinen als die äußerſten Organe, nur überdeckt von der Haut, von den Muskeln und den Knochen, welche ihnen zur Umhüllung dienen. Unmittelbar unter dem Rückenmark nach

innen gegen die Kugel zu krümmt ſich die Wirbelſäule um dieſe herum, und als ſeitliche Ausſtrahlungen dieſer gekrümmten Axe zeigen ſich die Glieder, Arme und Beine. Alle dieſe Organe entſprechen den beiden äußeren Blättern der Keimhaut; ſie entſtehen aus denſelben und zeigen deshalb auch eine äußerliche Lage, ſobald man eben den Leib des Erwachſenen in diejenige Lage bringt, welche der Lage des Embryo im Verhältniß zu dem Dotter entſpricht. Zwiſchen den erwähnten Organen und der Kugel, auf welcher wir den Leib ausbreiteten, befinden ſich nun die Eingeweide, welche die Höhlen der Bruſt und des Bauches erfüllen, nach vornhin das Herz in unmittelbarer Berührung der Kugel, und über ihm die Lungen, Luft- und Speiſeröhre, weiter nach hinten hin der Darm mit ſeinen Drüſen. Alle dieſe Eingeweide ſind zwiſchen den animalen Organen und der Kugel ausgebreitet. Sie bilden eine Schicht, die im Verhältniß zu den animalen Organen eine innere Schicht iſt und ſomit dem Darmdrüſenblatte der Keimhaut entſpricht.

Die Präparation und Lagerung des Körpers, welche wir bisher beſchrieben, ſollte jeder meiner Leſer ſich wohl veranſchaulichen und in das Gedächtniß prägen, da ſie ein Bild der embryonalen Lagerung giebt und ſtets die verſchiedenen Verhältniſſe klar machen hilft, welche bei der ſucceſſiven Entwickelung der Organe auftreten. Die Kugel, über welche wir uns den Leib geſpannt dachten, ſoll den Dotter repräſentiren. Die Embryonen aller Wirbelthiere ohne Ausnahme ſind mit der Bauchfläche um den Dotter herum gekrümmt, während die Rückenfläche in Beziehung zu der Dotterkugel eine peripheriſche Lagerung hat. Der Embryo der Wirbelthiere wächst alſo mit ſeiner Bauchfläche um den Dotter herum, und je nach der Verſchiedenheit der Verhältniſſe wird die Dotterkugel bald ganz von den Bauchwandungen umſchloſſen, bald nur theilweiſe, und der Reſt in Form einer Blaſe von dem Organismus gleichſam abgezwackt, um als Dotterſack außerhalb der Leibeswand liegen zu bleiben. Dieſe Lagerung des Embryo im Verhältniſſe zum Dotter iſt nicht dieſelbe bei allen Thieren. Bei den Inſecten z. B. krümmt

ſich der Embryo mit der Rückenfläche um den Dotter, und die Bauchfläche iſt im Verhältniß zu dieſem peripheriſch gelagert. Bei den Kopffüßlern oder Dintenfiſchen liegt der Dotter in der Axe des Körpers, iſt kopfſtändig, während bei den übrigen Weichthieren ein ſolcher Gegenſatz ſich nicht nachweiſen läßt.

Man hat eine Abweichung von dieſer für die ganze Thierwelt characteriſtiſchen Lagerung der Embryonalgebilde im Verhältniß zu dem Dotter bei dem Meerſchweinchen finden wollen, bei welchem allerdings der Embryo mit dem Rücken gegen eine Blaſe gekehrt iſt, welche aber von den Beobachtern fälſchlich für die Eiblaſe gehalten wurde, während ſie doch aus der Verwachſung des urſprünglichen Schleimblattes mit der Uteruswand hervorgegangen iſt. Die ſcheinbare Ausnahme, welche das Meerſchweinchen macht, beruht nur darauf, daß die ſpäter zu erwähnende Nabelblaſe ſich nicht als Blaſe ausbildet, ſondern im Umkreiſe mit den von der Gebärmutter ausgehenden Gebilden verwächſt und ſo eine nach allen Seiten herabgebogene Haut darſtellt. Im Uebrigen ſchließen ſich die Bauchwandungen bei dem Meerſchweinchen ganz in derſelben Weiſe gegen den Nabelſtrang und die Dottergefäße ab, wie wir dies im Verlaufe dieſes Briefes von den übrigen Säugethieren und den Menſchen darſtellen werden, ſo daß dieſe Ausnahme alſo nur ſcheinbar, nicht wirklich iſt und auch in der That jetzt wiederholte Beobachtung nachgewieſen hat, daß der erſte Unterſucher durchaus falſche Reſultate zu Tage förderte.

Kehren wir nach dieſer Abſchweifung zu den Blättern der Keimhaut zurück, ſo ſehen wir, daß die ſchematiſchen Uebertreibungen, womit man dieſe getrennten Lagen organiſcher Zellen, dieſe Keimblätter, zur Bildung der Organe benutzte, oft ſelbſt der Annahme derjenigen Thatſachen ſchadeten, auf welchen die weit ausgeſponnenen Theorieen beruhten. Man behandelte dieſe Blätter, ſtatt ihre Maſſe nach verſchiedenen Richtungen hin wachſen, hie und dort durch neue Zellenanhäufungen und Anlagerungen vom Dotter her ſich vergrößern zu laſſen, faſt wie Tücher oder Teppiche, die man auf verſchiedene Weiſe faltete,

dehnte und zerrte, um dort eine Drüse, hier eine Röhre, an einem anderen Orte eine hautartige Umhüllung hervorgehen zu lassen. Solche Uebertreibungen sind bei fortgesetzten Untersuchungen unserer Zeit fremd geworden, und wir erkennen jetzt in den Keimblättern flächenartig ausgebreitete Zellenanhäufungen, welche anfangs ganze Gruppen von Organen in sich repräsentiren. Diese Organe aber bilden sich aus durch Wachsthum an bestimmten Orten, durch Anhäufung verschiedenartig thätiger Zellen, welche allmählich die Elementartheile so aus sich herausbilden, wie es die Structur und Gestalt der betreffenden speciellen Organe erheischt. Wenn wir aber dies rege Zellenleben in dem Fruchthofe und der Keimhaut nicht verkennen, so gehen wir damit nicht so weit, die Theilung der Keimhaut in Blätter zu läugnen; Eines schließt das Andere nicht aus und die Theilung der Keimhaut ist jetzt so evident, so unwiderleglich bewiesen, daß ein Läugnen derselben aus theoretischen Gründen eine wahre Absurdität in sich schließt.

Das Ei der Säugethiere befindet sich schon in dem Uterus, sobald die oben beschriebenen Veränderungen damit vorgehen. Es beginnt nun die Einleitung zu einer genaueren Verbindung mit der Gebärmutter selbst, und zwar in der Weise, daß sich auf der äußeren Fläche der so sehr verdünnten Zona eigenthümliche Zotten (Fig. 74, S. 531) bilden, welche in die Zotten und Vertiefungen eingreifen, die an der Schleimhaut des Uterus im normalen Zustande erblickt werden. Man kann sich diese Verbindung etwa so vorstellen, daß die auf der Zona entwickelten Zotten mit denjenigen des Uterus etwa wie Sägezähne oder wie die Finger zweier in einander verschobener Hände in einander greifen und durch klebende Substanz mit einander verbunden sind. Anfangs ist die ganze Oberfläche der Zona mit solchen Zöttchen besetzt, die aber allmählich je nach den verschiedenen Thiergattungen an verschiedenen Stellen bei der zunehmenden Ausdehnung des Eies weiter von einander rücken und verschwinden, während sie an anderen Stellen sich häufen, auswachsen und in innigere Verbindung mit dem Uterus treten. Durch die Gefäße, welche

ſich in ihnen entwickeln, werden dieſe Zotten ſpäter die wahren Ernährungsorgane des Fötus. Bei dem Menſchen bleiben ſie nur an einer beſtimmten, meiſt mehr oder minder elliptiſchen Stelle des Eies ſtehen, und bilden hier durch Verwachſung mit den vom Uterus ausgehenden Zotten ein feſtes kuchenartiges Gebilde, den Mutterkuchen, die Placenta oder Nachgeburt. Aus dieſem Mutterkuchen entſpringen einerſeits die Blutgefäße, welche dem Embryo Nährſtoffe zuführen, und anderſeits finden ſich in dieſem Gebilde die Endmaſchen der Uteringefäße, aus welchen der Fötus ſeine Nahrung zieht. Wir werden in der Folge dies wichtige Gebilde noch näher betrachten, machen aber aufmerkſam, daß es eben aus den Zotten entſteht, deren erſte Anfänge auf der Zona überall herum zerſtreut ſich finden.

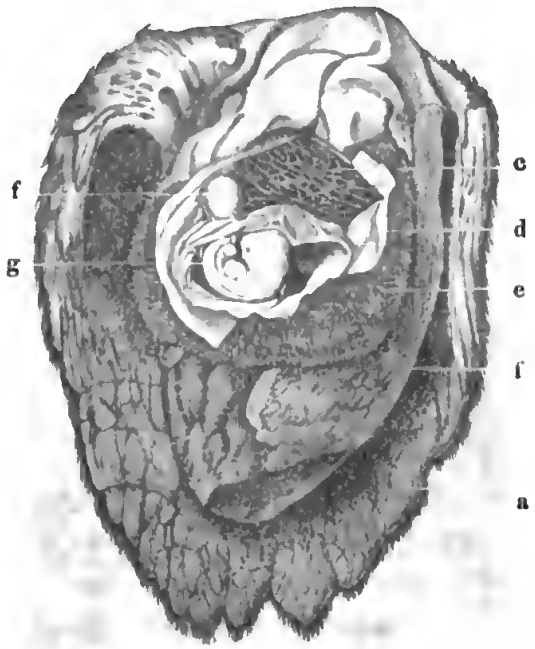


Fig. 76.

Ein durch Fehlgeburt abgegangenes menſchliches Ei von etwa zwei Monaten. Die hinfällige Haut bildet einen doppelten, abnormer Weiſe mit Blut unterlaufenen verdickten Sack. In dieſem und am oberen Theile mit ihm verwachſen liegt das zottige Chorion, das durch eine zellig-gelatinöſe

Subſtanz vom Amnion oder Schafhäutchen getrennt iſt. In dieſem Raum liegt das Nabelbläschen, das mit ſeinem Stiele in den Embryo übergeht, der in der geöffneten Höhle des Schafhäutchens eingeſchloſſen iſt. a. Aeußerer, b. innerer Sack der hinfälligen Haut. c. Mit zelliger Sulze erfüllter Raum zwiſchen Chorion und Amnion. d. Innere, e. äußere zottige Fläche des Chorion. f. Nabelbläschen. g. Embryo, unmittelbar vom Amnion eingehüllt.

Der menſchliche Uterus bereitet ſich zum Empfange des Eies noch auf eine eigenthümliche Weiſe vor, welche ſich in der Thierwelt nur bei den Affen in derſelben Art wiederfindet, während bei den übrigen Säugethieren eigenthümliche Modificationen dieſes Bildungsherganges ſich zeigen. Es bildet ſich nämlich in der inneren Höhle der Gebärmutter eine eigenthümliche Haut von flockigem Ausſehen, welche man mit dem Namen der hinfälligen Haut oder der Decidua bezeichnet. Man hat vielfach über die Structur und Anordnung dieſer hinfälligen Haut geſtritten, ſcheint aber endlich in unſerer Zeit ſich dahin vereinigt zu haben, daß man dieſelbe für die innere Schleimhautſchicht des Uterus hält, welche die ihr eigenthümlichen Drüſen ſtärker entwickelt und dadurch jenes weiche netzförmige Ausſehen erhält, welches der hinfälligen Haut zukommt. Die Decidua iſt auf ihrer äußeren, den Uteruswänden zugekehrten Fläche ſtets glatt, während ihre innere Fläche zottig und rauh erſcheint. Bei genauerer Unterſuchung entdeckt man in ihr zahlreiche zarte Blutgefäße und längliche, meiſt cylindriſche Schläuche, die ſich auf ihrer Oberfläche in die innere Höhlung öffnen. Offenbar ſind dieſe Schläuche nichts anderes als die ſehr entwickelten Drüſenſchläuche, welche ſich in der inneren Haut des Uterus befinden, bei der nicht ſchwangeren Gebärmutter aber ſo klein und unausgebildet ſind, daß ſich ihre Exiſtenz bei den meiſten Thieren kaum mit Beſtimmtheit nachweiſen läßt.

Die Bildung der Decidua beginnt und vollendet ſich in dem Uterus, auch in denjenigen abnormen Fällen, wo das befruchtete Ei nicht bis in die Höhle der Gebärmutter gelangt. Man kennt Fälle, wo das Ei nicht von dem Eileiter aufgenommen wurde, ſondern befruchtet in die Bauchhöhle fiel und dort ſich entwickelte (ſogenannte Bauchſchwangerſchaften); andere, wo das Ei im

Eileiter zurückblieb und ſich in dieſem ausbildete, ohne bis in den Uterus vorzurücken; in allen dieſen Fällen fand man dennoch eine hinfällige Haut in der Höhle des Uterus. Dieſe iſt das Product des entzündlichen Zuſtandes, in welchen die Gebärmutter durch die Befruchtung verſetzt wird; ſie iſt eine ſelbſtſtändige Bildung des Uterus, und das Eichen findet bei ſeiner Ankunft in der Höhle deſſelben vor der Oeffnung des Eileiters die dort ausgebildete hinfällige Haut, in welche es ſich gleichſam einſäet, wie ein Samenkorn in aufgelockertes Erdreich. Das Eichen iſt bei der Ankunft in dem Uterus noch außerordentlich klein, indem es, wie wir oben ſahen, kaum die Größe eines kleinen Stecknadelkopfes beſitzt. Es kann alſo bei ſeinem Eintritte in den Uterus wohl ſchwerlich einen bedeutenden mechaniſchen Eindruck auf die hinfällige Haut ausüben. Es ſchlüpft in eine der Falten oder Vertiefungen der weichen, aufgelockerten Schleimhaut, vielleicht auch in eine Drüſenhöhle, bettet ſich dort ein und wird von den Wucherungen der hinfälligen Haut auf allen Seiten umgeben, ſo daß dieſe eine vollſtändige neue, ſogar doppelte Hülle um das Ei bildet, die bei dem Menſchen durchaus in weiter kein engeres Verhältniß zu den Embryonalbildungen ſelbſt kömmt, ſondern nur als in ſich ſelbſt zurückgebogene, aus doppeltem Sacke beſtehende Hülle und Einbettung des Ganzen ſich erhält, weshalb wir ſie auch fernerhin gänzlich außer Acht laſſen können.

Das Ei, welches während der Zeit, wo die Keimhaut ſich bildet, ſicherlich auch beim Menſchen nicht größer iſt, als ein mäßiger Stecknadelkopf, wächst in den erſten Zeiträumen ſeines Aufenthaltes in der Gebärmutter noch hauptſächlich durch Endosmoſe, durch Einſaugung der Flüſſigkeit, welche in ſeinem Umkreiſe durch die entzündliche Aufregung der Geſchlechtstheile in die ſulzigweiche Maſſe der hinfälligen Haut ergoſſen iſt. In den ſpäteren Zeiten aber genügt dieſe Einſaugung nicht mehr, ſondern es wird eine organiſche Verbindung eingeleitet zwiſchen dem Ei und der Gebärmutter mittelſt der Zotten beider Organe, in welche ſich Gefäße hineinbilden. Da wir beabſichtigen, im

Laufe dieſes Briefes noch eine kurze Ueberſicht der Entwickelung des Eies im Allgemeinen zu geben, ſo wird es nöthig ſein, auf die Bildung des Fruchtkuchens und die Function dieſes Gebildes etwas näher einzugehen.

Wir ſahen oben, daß die Zotten, welche auf der äußeren Oberfläche des Eies ſich entwickeln, zwiſchen diejenigen der Uterinſchleimhaut, alſo der Decidua, eingreifen, und zwar daß ſie bei dem menſchlichen Ei nur an einer beſchränkten Stelle dieſe organiſche Verbindung eingehen. An dieſer Stelle iſt alſo anfänglich nur die äußere Hülle des Eies, die urſprüngliche Zona, welche man jetzt, nachdem ſich die Zotten entwickelt haben, das Chorion nennt, an den Uterus befeſtigt, während die innerhalb des Chorions befindliche Keimhaut durchaus von aller organiſchen Verbindung mit dem Uterus ledig iſt. Nach und nach, während der Embryo ſich in ſpäter zu beſchreibender Weiſe entwickelt, löſt ſich eine Schicht von Zellen in hautartiger Ausbreitung auf der ganzen äußeren Fläche der Keimhaut los, verwächst mit der

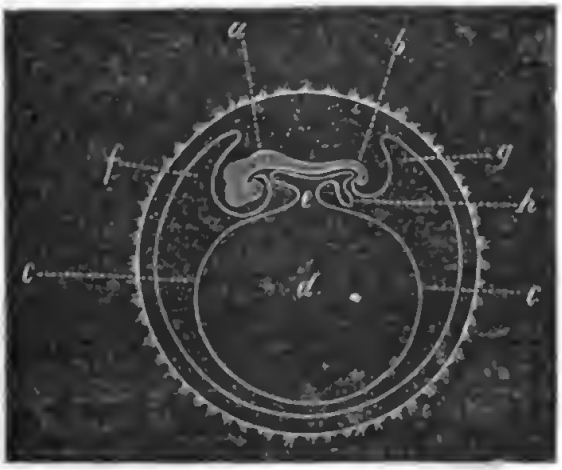


Fig. 77. Schematiſcher Durchſchnitt eines Säugethiereies, um die Bildung der verſchiedenen Hüllen zu veranſchaulichen. a. Kopftheil. b. Schwanztheil des Embryo's. c. Die Dotterhülle, allmählich zur Nabelblaſe auswachſend. d. Der Dotter. e. Der Dottergang, der in den Darm des Embryo's überführt und zum Stiel des Nabelbläschens auswächſt. f. Vordere, g. hintere Falte des Amnions (Kopf- und Schwanzkappe). h. Der Harnſack. Das Ganze iſt vom zottigen Chorion umgeben.

Zona überall und bildet zugleich in höchst merkwürdiger Weise einen ringsgeschlossenen Sack um den Embryo. Dieser Sack, auf dessen Bildung wir später näher eingehen werden, füllt sich mit Flüssigkeit und wird das Amnios oder die Schafhaut genannt. Das äußere Blatt der Keimhaut aber, welches sich eng an die Zona anlegte und sich von der übrigen Dotterkugel entfernte, verwächst vollständig mit der Zona, so daß es mit dieser gemeinsam nur eine einzige dünne Haut darstellt, auf welcher außen die Zotten ansitzen. Bei denjenigen Säugethieren, in deren Eileiter das Ei eine Schicht von Eiweiß umgebildet erhält, verwächst auch dieses mit der Zona, so daß demnach die Zottenhaut, welche das Chorion heißt, aus der Verwachsung des Eiweißes, der Zona und einer von der Keimhaut gelieferten Zellenschicht hervorgegangen ist. Dieser äußere Eisack, das Chorion, die Zottenhaut oder Eihaut (denn alle diese und noch mehr verschiedene Namen trägt diese Haut) ist demnach seiner Entstehung nach ein sehr complicirtes Gebilde, indem ein Theil des ursprünglichen Eies, die Zona, ein von dem mütterlichen Organismus umgebildeter Stoff, das Eiweiß und endlich eine von der Embryonalanlage herkommende Zellenschicht Antheil an seiner Zusammensetzung nehmen. Die Zotten selbst, die im Stadium ihrer höchsten Ausbildung dem Ei ein Ansehen geben, als sei es über und über mit Moos überzogen, entstehen aus dem Ansatze eigenthümlicher Molecule, welche auf der äußeren Fläche des

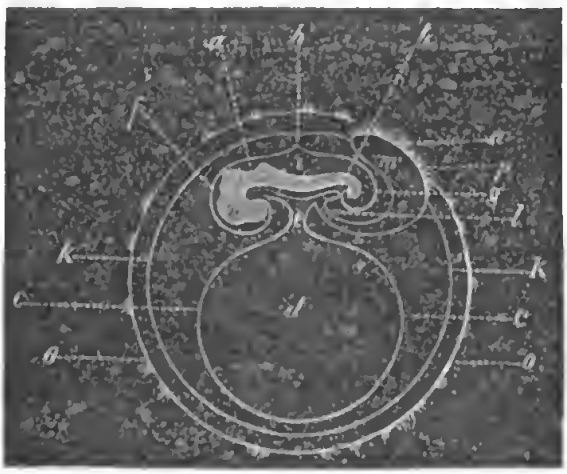


Fig. 78. Schematiſche Figur, ähnlich der vorigen, nur bei weiterer Ausbildung der Hüllen. a. bis g. haben dieſelbe Bedeutung wie in der vorigen Figur. h. Verwachſungsſtelle der Amniosfalten über dem Rücken. i. Innerer Sack der Schafhaut. k. Aeußerer Schafhautſack, der ſich an die innere Wand des Chorion o. anlegt und mit ihm verwächſt. l. Stiel des Harnſackes. m. Harnſack. n. Zotten des Harnſackes, aus denen ſich die Placenta bildet.

Chorions ſich niederſchlagen. Der Embryo bedarf zu ſeiner weiteren Ausbildung der Zufuhr von Stoffen von der Mutter, und um dieſe Zufuhr zu bewerkſtelligen, bildet ſich aus ſeinem hinteren Theile eine anfänglich doppelte, dann einfache Blaſe hervor, welche äußerſt gefäßreich iſt und gegen die Stelle hin verwächst, wo die Zotten des Chorion zwiſchen diejenigen der Gebärmutter ſich hineingebildet haben. Dieſe gefäßreiche Blaſe, die Allantois, der Harnſack oder die Harnhaut genannt, enthält zwei Arterien, welche Blut aus dem Gefäßſyſteme des Embryo erhalten. Dieſe Nabelarterien verzweigen und veräſteln ſich auf der Oberfläche der Harnhaut, und ſammeln ſich endlich wieder in eine oder zwei Nabelvenen, welche das Blut in die Hohlvene des Embryo zurückführen. Sobald der Harnſack die Zotten des Chorions erreicht hat, legt er ſich an dieſe an, und nun bilden ſich Büſchel von Haargefäßen in die einzelnen Zotten hinein. Jede Zotte bildet ſo, ähnlich einer Darmzotte, gleichſam eine vielfach in ſich gewundene Schlinge von Capillargefäßen, durch welche das Blut durchgeht, um aus den Nabelarterien in die Nabelvenen zu gelangen.

Während dieſe Gefäßſchlingen von dem Embryo her ſich in die Zotten des Chorions hineinbilden, hat ſich auch von Seiten des Uterus das Gefäßſyſtem bedeutend entwickelt und in die von der Uterinſchleimhaut ausgehenden Zotten hineingebildet. Hier indeß ſcheint ſich die Ausbildung der Gefäßkanäle in einigermaßen verſchiedener Weiſe zu geſtalten. Die Arterien der Gebärmutter veräſteln ſich freilich, wie gewöhnlich, in ſtets feinere Capillargefäße, allein dieſe Capillargefäße gehen nicht durch allmähliche Erweiterung und Sammlung ihrer Stämmchen in größere Venenzweige über, ſondern ſie erweitern ſich plötzlich zu

ziemlich bedeutenden Höhlen, welche die Zotten des Chorion und die darin befindlichen Büschel von Capillargefäßen von allen Seiten umhüllen. Die schwammige poröse Substanz des Mutterkuchens besteht also ihrer inneren Struktur nach aus den Gefäßbüscheln des Chorions, den arteriellen Gefäßbüscheln der Uterinzotten und den venösen Hohlräumen, in welche diese ihr Blut ergießen, um es sodann durch die Venen der Gebärmutter in die Blutcirculation der Mutter zurückkehren zu lassen.

Man sieht aus dieser Darstellung, daß das Blut der Mutter mit demjenigen des Embryo in keinem directen Zusammenhange steht. Die Blutbahn des Embryo ist überall geschlossen, seine Capillaren bilden in den Zotten der Placenta eben so vollkommen geschlossene Röhren oder Schlingen, wie in allen übrigen Organen. Nicht minder ist die Blutbahn der Mutter durchaus in sich abgeschlossen, und eine Wechselwirkung zwischen dem Blute der Mutter und demjenigen des Embryo ist demnach nur möglich mittelst endosmotischen Austausches durch die Gefäßwände beider Circulationssysteme. Es können demnach nur flüssige Stoffe aus dem Blute der Mutter in dasjenige des Embryo oder umgekehrt übergehen, und die Ernährung des Embryo kann nur auf die Weise geschehen, daß ein steter Austausch auf endosmotischem Wege Statt findet. Die Wände aller Gefäße aber, welche sich in der Placenta finden, sind außerordentlich dünn und zart, und durch die vielfache Schlängelung der embryonalen Capillaren, sowie durch die allseitige Umspülung ihrer Büschel, sind alle Bedingungen zu einer äußerst raschen und vollständigen Endosmose gegeben. Wir haben in dem Briefe über die Aufsaugung gesehen, daß möglichste Vergrößerung der Oberfläche und Beschleunigung der Strömung die Endosmose außerordentlich befördern. Beide Momente sind durch die eben beschriebenen Einrichtungen in hohem Grade erzielt. Es kann deshalb keinem Zweifel unterliegen und ist auch durch Versuche bestätigt worden, daß die Stoffe, welche im Blute der Mutter aufgelöst sind, äußerst schnell in dasjenige des Embryo übergehen, und daß der Embryo sämmtliche zu seiner Vergrößerung und

Entwickelung nöthigen Stoffe der mütterlichen Blutflüſſigkeit entzieht.

Die geſammte Ernährung und Abſonderung des Embryo beruht demnach auf der Blutcirculation in dem Fruchtkuchen. Der Embryo hat keine andere Vermittelung mit der Außenwelt, er kann mit der atmoſphäriſchen Luft weder in Berührung kommen, noch Stoffe von Außen aufnehmen, da er gänzlich von einem mit Flüſſigkeit erfüllten Sacke, dem Amnios, umhüllt iſt. Seine Ernährung geſchieht in ganz analoger Weiſe, wie die eines jeden Körpergewebes. Wir ſahen oben bei der Schilderung der einzelnen Vorgänge der Ernährung, daß ſowohl die unbrauchbar gewordenen Stoffe, als auch die Gasarten, welche aus der Umwandlung der organiſchen Subſtanz hervorgehen, durch die in den Capillaren Statt findenden endosmotiſchen Vorgänge in die Blutbahn aufgenommen, innerhalb dieſer weggeführt und in den Abſonderungsorganen aus derſelben wiederum abfiltrirt werden. Der Harnſtoff und die Kohlenſäure, welche aus der Zerſetzung des Muskelfleiſches hervorgehen, werden durch das Blut weggeführt, und zum Erſatz dafür Sauerſtoff und Proteïnſubſtanzen herbeigeführt. Ganz ſo verhält ſich auch der Austauſch zwiſchen dem Blute des Fötus und demjenigen der Mutter, welcher in der Placenta Statt hat. Die durch das Wachsthum und die Ernährung der embryonalen Organe gebildeten unbrauchbaren Stoffe und Gasarten werden in aufgelöstem Zuſtand durch den Blutſtrom der Nabelarterien in die Placenta gebracht, und dort mittelſt endosmotiſcher Strömung gegen die im Blute der Mutter enthaltenen brauchbaren aufgelösten Stoffe und gegen den hergeführten Sauerſtoff vertauſcht. Wer unſere Darſtellung der Ernährung der Körperſubſtanzen begriffen und gefaßt hat, der braucht an die Stelle dieſer Subſtanzen nur eine flüſſige Subſtanz, das Blut des Embryo, zu ſubſtituiren und die Function der Placenta wird ihm völlig klar ſein. Der Streit, ob die Placenta ein Organ der Ernährung, der Abſonderung oder der Reſpiration ſei, beruht demnach auf einer völligen Verkennung aller phyſiologiſchen Vorgänge. Sie iſt Alles zuſammen,

ein Organ des Austauſches nämlich für alle Stoffe, welche, ſeien ſie nun gasförmig oder flüſſig, in dem Blute des Embryo einerſeits und demjenigen der Mutter anderſeits aufgelöst ſind; — ſie erſetzt die Thätigkeit der Lunge und der Nieren, ja auch diejenige der Leber, da, wie man neuerdings gefunden, auch Zucker in beſonderen Theilen derſelben bereitet wird.

Der Harnſack, durch welchen die Nabelgefäße zu den Zotten des Chorion geleitet werden und der deshalb ein äußerſt wichtiges Gebilde für den Embryo iſt, verliert bei den Menſchen ſehr bald ſeine blaſenförmige Beſchaffenheit und verwandelt ſich in einen ſulzigen feſten Strang, welcher ſich auf eine eigenthümliche Weiſe windet, die Nabelgefäße in ſich enthält und der Nabelſtrang genannt wird. Durchſchneidet man den Nabelſtrang eines menſchlichen Embryo in die Quere, ſo ſieht man, daß derſelbe aus einer gelatinöſen Subſtanz gebildet iſt, in der man die Lumina dreier durchſchnittener Gefäße, der beiden Nabelarterien und der meiſt einfachen Nabelvene, erblickt. Durchſchneidet man aber den Nabelſtrang eines Thieres, ſo ſieht man außer dieſen drei Gefäßöffnungen noch in der Mitte des Stranges einen Kanal, der nicht mit Blut, ſondern mit einer wäſſerigen Flüſſigkeit erfüllt und nichts anderes als der hohle Stiel des Harnſackes iſt. Bei den meiſten Thieren nämlich bleibt der Harnſack während des ganzen Embryonallebens als Blaſe beſtehen,

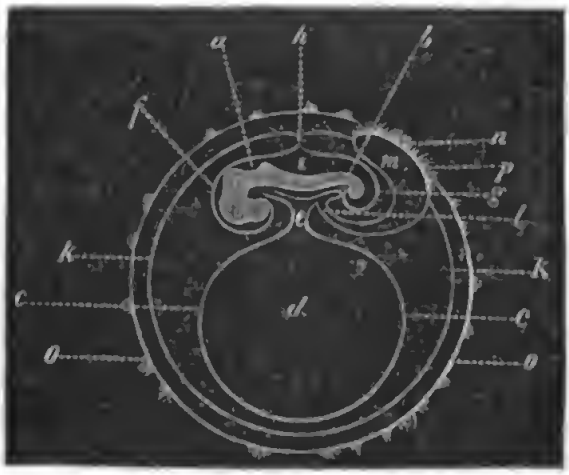


Fig. 79. Schematiſche Figur, den Durchſchnitt eines Säugethiereies darſtellend. a. Kopftheil. b. Schwanztheil des Embryo's. c. Nabelblaſe oder Dotterblaſe. d. Inhalt derſelben, Dotter. e. Dottergang, vom Dotter in den Darm führend. f. Vorderer Theil des Amnios, Kopfkappe. g. Hinterer Theil deſſelben, Schwanzkappe. h. Verbindungsſtelle des Amnios. i. Höhle des Amnios, den Embryo umgebend und mit dem Schafwaſſer gefüllt. k. Aeußere Falte des Amnios, mit dem Chorion o. verwachſend. l. Stiel des Harnſackes. m. Höhle des Harnſackes, mit Flüſſigkeit gefüllt. n. p. Mutterkuchen, aus den Gefäßzotten des Harnſackes und denen der Gebärmutter gebildet.

und je nach den einzelnen Ordnungen der Säugethiere entwickelt dieſe Blaſe ſich mehr oder minder bedeutend. Bei den Nagern, den Kaninchen und Haſen bildet der Harnſack eine mehr oder minder flaſchenförmige Blaſe, welche etwa in dem verhältnißmäßigen Umfange bleibt, den der Harnſack bei dem menſchlichen Embryo in der früheſten Zeit erhält. Deshalb haben dieſe Thiere auch wie der Menſch eine einfache kuchenförmige Placenta, die ſich an der Stelle entwickelt, wo der birnförmige Harnſack ſich an das Chorion anlegt. Bei den Hunden und Katzen wächst der Harnſack viel bedeutender aus, er wuchert an der inneren Fläche des Chorion von rechts nach links herum, ſo daß er mit ſeinem Ende den Ausgangspunkt wieder erreicht und ſo um das ſpindelförmige, nach oben und unten hin zugeſpitzte Ei einen Gürtel bildet, in deſſen Bereich die Zotten überall in den röhrenförmigen Uterus ſich hineinbilden und ſo eine ringförmige Placenta erzeugen. Der Harnſack bildet bei dieſen Thieren alſo ſchon den größten Theil des Eies. Noch weiter geht ſeine Entwickelung bei den Schafen, Rindern und Pferden. Hier wächst der Harnſack ſo bedeutend aus, daß er in kurzer Zeit nicht nur den ganzen inneren Raum des Chorion erfüllt, ſondern ſogar baldigſt an beiden Polen die Eihaut ſprengt und über dieſelbe hinauswächst, ſo daß das Ei eine halbmondförmige Geſtalt hat und zwei lange gekrümmte Hörner nach oben und unten hin ausſchickt. Die Zotten und Gefäßbüſchel ſtehen dann bei dieſen Thieren auf der ganzen Oberfläche des Eies herum zerſtreut und bilden nicht einen zuſammenhängenden Kuchen, ſondern einzelne

Haufen, welche in entsprechende Stellen der Uterinfläche eingreifen und Kotyledonen genannt werden.

Die Literatur der Entwickelungsgeschichte ist angefüllt mit Streitigkeiten über die Existenz eines Harnsackes bei dem Menschen, die indeß jetzt durch sichere Beobachtungen an sehr jungen Embryonen vollständig dahin geschlichtet sind, daß man mit Bestimmtheit einen Harnsack nachgewiesen hat, welcher sich an der Stelle der Placenta anlegt, nachher aber sehr bald obliterirt und zu einem soliden Strange zusammenschrumpft. Der menschliche Embryo entbehrt deshalb durchaus derjenigen Hülle, welche bei den Thieren von dem Harnsacke aus geliefert wird.

Eine ähnliche vorübergehende Rolle spielt in dem menschlichen Ei ein anderes blasenartiges Gebilde, welches man unter dem Namen der Nabelblase kennt. (Fig. 78, S. 544 und Fig. 79, S. 548.) Um die Entwickelung dieses Theiles zu verstehen, muß man sich in das Gedächtniß zurückrufen, daß die Keimhaut oder Keimblase aus zwei Blättern besteht, welche die Dotterflüssigkeit einschließen, und daß das innerste dieser Blätter, das Darmdrüsenblatt, welches unmittelbar mit der Dotterflüssigkeit in Berührung steht, zur Bildung des Epitheliums des Darmes bestimmt ist. Man muß sich ferner erinnern, daß nur der verdickte Theil der Keimhaut, welchen wir den Fruchthof nannten, zur Bildung des embryonalen Leibes verwandt wird. Man kann daher mit vollem Rechte behaupten, daß die ursprüngliche Anlage des Darmes weiter nichts sei, als eine schildförmige Ausbreitung auf der Oberfläche der Dotterblase. Damit hieraus die Röhre des Darmes werde, muß sich diese schildförmige Ausbreitung allmählich von den Seiten her umkrempen und eine Halbrinne bilden, deren Ränder nach und nach verwachsen. Dies geschieht auch in der That (vgl. Fig. 87). Die zur Bildung des Darmes bestimmte Masse erhebt sich, krempt sich gegen den Dotter hin um, bildet auf diese Weise eine in der Längsaxe des Körpers liegende, gegen den Dotter hin offene Rinne, deren Ränder sich von vornen und hinten her gegen die Mitte hin zur Röhre zusammenschließen. Es bleibt demnach auf diese Weise ein großer

Theil der Dotterflüssigkeit mit dem sie umhüllenden Schleimblatte der Keimhaut als Blase zurück, welche anfangs durch eine weite, in der Längsrichtung verlaufende Spalte, später durch einen offenen Kanal mit dem Darme in Verbindung steht. Dieser Kanal mündet etwa in der Mitte des Darmes in den Dünndarm ein. Er ist anfangs sehr kurz und weit offen, allein je mehr die Bauchwände des Embryo's sich in der Mittellinie schließen, desto mehr verlängert sich der Stiel der Nabelblase, der mit den Nabelgefäßen und dem Stiele des Harnsackes aus dem Körper des Embryo durch die Nabelöffnung hervortritt, um gegen die Peripherie des Eies hin sich bläschenförmig zu erweitern. Bei manchen Thieren, wie z. B. den Kaninchen, bleibt dieser Gang der Nabelblase sehr lange offen, und die Blase selbst zeigt während des ganzen Lebens des Embryo eine ziemlich bedeutende Größe und ist durch ihre Gefäße für die Ernährung des Fötus wichtig. Bei dem Menschen zieht sich der Stiel der Blase sehr lang aus, schließt sich aber sehr bald und verschwindet gänzlich in dem Nabelstrange, ebenso wie die Nabelblase selbst, ohne daß in den meisten Fällen eine Spur davon zurückbleibt. Wenn ich daher oben sagte, daß der Nabelstrang außer den Gefäßen auch noch den solid gewordenen Stiel des Harnsackes enthalte, so hatte ich damit seine Zusammensetzung noch nicht vollständig bezeichnet, indem er außerdem noch den verschrumpften Stiel der Nabelblase in sich schließt. Wollten wir den Nabelstrang in Gedanken so wiederherstellen, wie er sein müßte, wenn diese verschiedenen Gebilde nicht zusammengeschrumpft und geschlossen wären, so müßten wir in ihm außer den drei Gefäßen auch noch zwei hohle Kanäle finden, deren einer dem Harnsacke, der andere der Nabelblase angehörte.

Der Embryo des Menschen entbehrt demnach mehrere Hüllen, aus bläschenartigen Gebilden hervorgegangen, welche bei den Thieren sich finden, und besitzt dagegen eine von dem Uterus aus gelieferte äußere Hülle, die früher erwähnte hinfällige Haut, welche den meisten Thieren fehlt. Untersucht man die Bildung des Eies in dem Leichname einer Schwangeren, die schon in

vorgerücktem Zeitpunkte der Schwangerſchaft geſtorben iſt, ſo findet man den Embryo von folgenden Hüllen eingeſchloſſen. Zunächſt längs der Wände des Uterus findet man die zuſammengedrückte, theilweiſe ſelbſt durch Aufſaugung wieder vernichtete hinfällige Haut, die an dem Anfatzpunkte der Placenta unter-

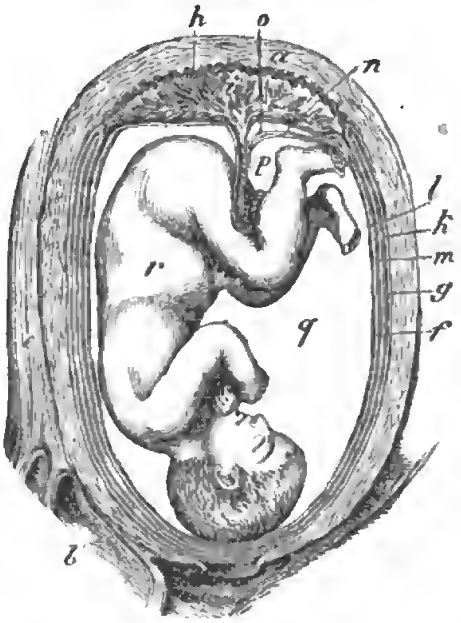


Fig. 80. Durchſchnitt einer Gebärmutter mit der reifen Frucht. a. Wandung der Gebärmutter. b. Durchſchnitt der Harnblaſe. c. Scheide. d. Raum zwiſchen Gebärmutter und Maſtdarm. e. Bauchwandung. f. g. Aeußeres und inneres Blatt der hinfälligen Haut. h. Gränze zwiſchen Uteruszotten und Placentarzotten. i. Mutterkuchen. k. Chorion. l. Amnios. m. Eiweißartige Flüſſigkeit zwiſchen beiden. n. o. Umgeſchlagenes Blatt des Amnios, den Mutterkuchen auf ſeiner inneren Fläche überziehend. p. Nabelſtrang. q. Höhle des Amnios, vom Schafwaſſer ausgefüllt. r. Embryo.

brochen iſt. Auf dieſe nach innen hin folgt das Chorion, welches in die Placenta ſelbſt übergeht und innerhalb dieſer nicht iſolirt werden kann. Unmittelbar an dem Chorion und von dieſem kaum durch eine geringe Schicht eiweißartigen Stoffes getrennt, liegt eine dritte Hülle, die Schafhaut oder das Amnios, welche eine bedeutende Maſſe von Flüſſigkeit, das Schafwaſſer oder

Fruchtwaſſer, enthält. Dieſes letztere iſt weſentlich ſeiner Zuſammenſetzung nach eine Auflöſung von Eiweiß und Kochſalz in Waſſer, die im Beginne der Schwangerſchaft concentrirter iſt, als in ſpäteren Zeiten. In dieſer Flüſſigkeit ſchwimmt der Embryo ganz frei, einzig aufgehängt mit der Bauchfläche an dem Nabelſtrange, der von dem Nabel aus nach dem Fruchtkuchen ſich hinzieht. Die äußere Haut des Embryo ſetzt ſich an dem Nabel in verdünntem Zuſtande auf dem Nabelſtrange fort und bildet ſo für dieſen eine häutige Scheide, die an der inneren Oberfläche des Fruchtkuchens unmittelbar in das Amnios übergeht. Dieſes bildet demnach einen vollkommen geſchloſſenen Sack um den Embryo, der ringsum von der Flüſſigkeit des Schafwaſſers umſpült wird. Bei der Geburt wird der Sack der Schafhaut zerſprengt und durch den Riß des Chorion und des Amnios tritt der Embryo heraus.

Die Bildung und Entſtehung der Schafhaut läßt ſich kaum ohne Beihülfe ſchematiſcher Figuren anſchaulich machen und gehört überhaupt zu den ſchwierigſten Punkten in der Entwickelungsgeſchichte. Erſt die neueſten Unterſuchungen an Embryonen aus früheſter Zeit haben dieſe Entſtehungsgeſchichte unwiderleglich aufgeklärt und bewieſen, daß der vollkommen geſchloſſene Sack der Schafhaut durch eine merkwürdige Faltung des peripheriſchen, ſeröſen Blattes der Keimhaut entſtanden ſei.

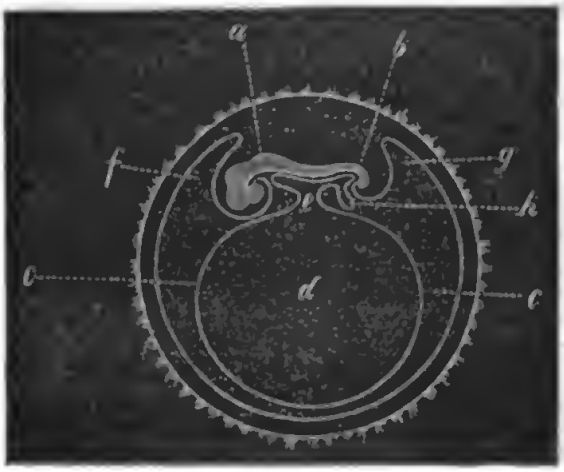


Fig. 81. Schematiſcher Durchſchnitt eines Säugethiereies, um die Bildung der verſchiedenen Hüllen zu veranſchaulichen. a. Kopftheil, b. Schwanztheil des Embryo's. c. Die Dotterhülle, allmählich zur Nabelblaſe auswachſend. d. Der Dotter. e. Der Dottergang, der in den Darm des Embryo's überführt und zum Stiel des Nabelbläschens auswächſt. f. Vordere, g. hintere Falte des Amnions. h. Der Harnſack. Das Ganze iſt vom zottigen Chorion umgeben.

Man erinnert ſich, daß dieſes Blatt im Anfange überall unmittelbar der inneren Fläche des Chorion anlag. Es verwächſt nun mit dieſer inneren Fläche des Chorion überall an der ganzen Peripherie des Eies, ausgenommen an derjenigen Stelle, wo ſich der Fruchthof, alſo der werdende Embryo, befindet. Während ſich nun der Embryo entwickelt, entfernt er ſich von dem Chorion und zieht dadurch eine Falte des ſeröſen Blattes nach ſich, die ſich mehr und mehr ausbildet. Wir haben geſehen, daß die äußere peripheriſche Fläche des Fruchthofes der Rückenfläche des Embryo entſpricht. Der werdende Embryo liegt alſo mit ſeiner Rückenfläche anfänglich hart der inneren Fläche des Chorion an. Je mehr er ſich aber von derſelben entfernt, deſto größer wird die Falte, die von dem ſeröſen Blatte der Keimhaut gebildet wird. Der Embryo iſt ſonach in dieſer Falte gleichſam aufgehängt wie ein Gegenſtand, den man flach auf einem Tuche trägt. Nach und nach, je mehr ſich der Embryo von dem Chorion entfernt, bildet ſich auch die flache Falte zu einem vollſtändigen

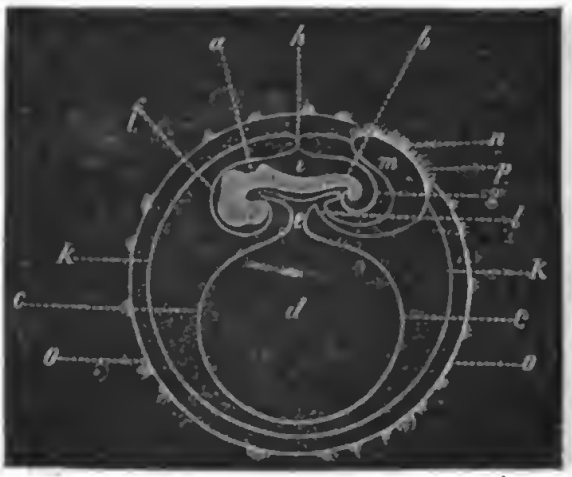


Fig. 82. Schematiſche Figur, ähnlich der vorigen, nur bei weiterer Ausbildung der Hüllen. a. bis g. haben dieſelbe Bedeutung wie in der vorigen Figur. h. Verwachſungsſtelle der Amnionsfalten über dem Rücken. i. Innerer Sack der Schafhaut. k. Aeußerer Schafhautſack, der ſich an die innere Wand des Chorion o. anlegt und mit ihm verwächſt. l. Stiel des Harnſackes. m. Harnſack. n. Zotten des Harnſackes, aus denen ſich die Placenta bildet.

Sacke aus, und der Embryo hängt nun darin, wie in einem Tuch, das man oben zuſammengefaßt hat und deſſen Zipfel man ringsum an das Chorion angewachſen denken muß. Der ſo gebildete Beutel, welcher anfangs in der Rückengegend noch gegen das Chorion hin offen iſt (vgl. Fig. 86), ſchließt ſich allmählich vollſtändig durch Verwachſung ſeiner Ränder und bildet auf dieſe Weiſe den geſchloſſenen Sack der Schafhaut. Dieſe liegt anfangs dem Embryo überall ziemlich enge an, vergrößert ſich aber ſchnell, indem ſie ſich mit Flüſſigkeit füllt, und ſtellt ſo allmählich den weiten Sack her, in deſſen Flüſſigkeit der Embryo ſchwimmt.

Es hält außerordentlich ſchwer, ſich dieſe Bildungsweiſe der Schafhaut zu veranſchaulichen, es mag indeß noch auf folgende Weiſe gelingen: Man ſtelle ſich vor, die äußere Haut des Erwachſenen, ſtatt an dem Nabel geſchloſſen zu ſein, gehe von hier aus in eine gewaltig große Blaſe über, die an dem Nabel befeſtigt wäre. Legt man nun den menſchlichen Körper mit ſeiner Bauchfläche auf dieſe Blaſe, die hinlänglich groß ſein muß, um den Körper nach allen Seiten hin zu überragen, ſo wird die Blaſe ringsum an ihrem Rande eine Falte bilden, an welcher die dem Körper zugekehrte Hälfte der Blaſe in die peripheriſche Fläche übergeht. Man denke ſich nun, daß dieſe Blaſe groß genug ſei, um auf dem Rücken über den Kopf und die Beine hinüber zuſammengefaßt werden zu können. Näht man nun die ſo zuſammengefaßte Blaſe über dem Rücken zuſammen, ſo wird der Menſch in einem doppelten Sacke eingeſchloſſen ſein, deſſen Zuſammenheftungsſtelle der Mitte des Rückens entſpricht. Der äußere dieſer Säcke entſpricht dem äußeren Blatte der Keimhaut. Man ſchneide dieſen äußeren Sack weg (die Natur entfernt ihn

durch Verwachsung mit dem Chorion), und es wird der innere Sack, die Schafhaut, übrig bleiben. Man kann die eben beschriebenen Verhältnisse plastisch ausführen, indem man eine zugebundene Schweinsblase nimmt, den Körper des Embryo durch irgend einen festen Gegenstand, etwa ein Kreuzerbrödchen, versinnlicht und nun verfährt, wie wir oben angaben. Es giebt kein besseres Mittel, um sich den Vorgang in der Natur, wie er durch Beobachtungen nachgewiesen ist, anschaulich zu machen, wie es denn überhaupt zum richtigen Verständniß der Entwickelungsgeschichte stets solcher plastischer Versuche bedarf, die weit mehr begreiflich machen, als die besten Figuren thun können.

Dreiundzwanzigster Brief.

Der Embryo, seine Anlagen und sein Nervensystem.

Wir verließen das Ei in dem Momente, wo an einem bestimmten Punkte desselben sich der länglich-runde Fruchthof oder Embryonalfleck gebildet hat. Die Zusammensetzung dieses Embryonalfleckes aus gehäuften Zellen, welche in drei Blätter getheilt werden können, wurde ebenfalls schon besprochen. Die erste Anlage des Embryo zeigt sich nun mitten in diesem Fruchthofe in Gestalt eines länglich eiförmigen erhabenen Schildchens, in welchem die Zellenmasse mehr zusammengedrängt ist, als in der Umgebung, weshalb es dunkler erscheint. Bei der Bildung dieses Schildchens sind einzig und allein die beiden oberen Blätter der Keimhaut interessirt; das Darm-Drüsenblatt nimmt an seiner Bildung durchaus nicht den mindesten Antheil. An demjenigen Ende, welches die nachfolgende Entwickelung des Embryo's als das vordere erkennen läßt, ist dieses Schildchen breiter als nach hinten zu; seine Umgränzung ist nicht sehr scharf, sondern verliert sich in der umgebenden Zellenmasse des Fruchthofes. Offenbar beruht die Erhebung dieses Schildchens nur auf der stärkeren Wucherung und Vermehrung der Zellenmassen, welche die oberen Blätter des Fruchthofes zusammensetzen und zur Bildung der Embryonalanlage sich um eine Längsaxe zu gruppiren beginnen.

Kaum hat sich dieses Schildchen deutlicher erhoben und abgegränzt, so zeigt sich in seiner mittleren Längsaxe ein heller durchsichtiger schmaler Streifen, welcher vorn und hinten in geringer Entfernung von dem Rande des Schildchens aufhört und sich als eine seichte Rinne zu erkennen giebt, die nur dadurch heller erscheint, daß das Zellenmaterial zu beiden Seiten in dem Schildchen stärker angehäuft ist, als in der Rinne selbst. Während nun diese Primitivrinne sich allmählich tiefer eingräbt, genauer nach oben und unten begränzt und ihre Ränder zugleich sich wulstförmig erheben, zieht sich das Schildchen von allen Seiten her gegen die Rinne stärker zusammen, wird zusehends länglicher und schnürt sich in der Mitte etwas ein, während zugleich seine beiden Enden breiter erscheinen. Das Schildchen zeigt sich so bald nach dem ersten Erscheinen der Primitivrinne in Gestalt einer länglichen Erhabenheit, welche in dem Durchmesser des fast kreisförmigen Fruchthofes liegt, die Form eines Biscuit oder einer Schuhsohle hat, und auf ihrer oberen Fläche durch einen Riß bis in eine gewisse Tiefe gespalten ist. Diese Spalte, die Primitivrinne oder Rückenfurche, ist an ihren

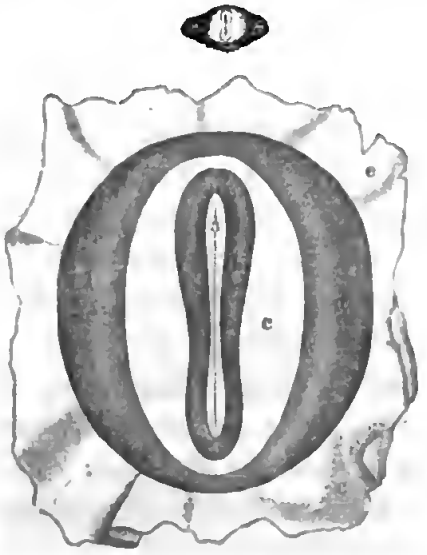


Fig. 83. Ein Hundei mit der ersten schuhsohlenförmigen Anlage des Embryo's. Oben das Ei in natürlicher Größe, darunter die Embryonalanlage, stärker vergrößert. Die Primitivrinne mit der Rückenfaite sind angelegt; die Embryonalanlage (Rückenplatten) erst von einem hellen Hofe (Bauchplatten), dann von einem dunklen, dem Fruchthofe, umgeben.

a. Primitivrinne. b. Rückenplatten. c. Heller Hof. d. Dunkler Fruchthof. e. Haut der Keimblase.

beiden Enden etwas breiter als in der Mitte, so daß sie durchaus die Gestalt des biscuitförmigen Schildchens nachahmt. Wir

können das Schildchen nun schon mit dem Namen des Embryo bezeichnen, dessen Körper es in der That entspricht, und können somit feststellen, daß die erste Anlage des Embryo des Menschen, sowie aller Wirbelthiere ohne Ausnahme, aus einer länglichen Erhabenheit in Biscuitform besteht, auf deren Rückenfläche in der Längsaxe eine Rinne eingegraben ist, welche aufgewulstete Ränder besitzt. Kein anderer Embryo aus dem Reiche der wirbellosen Thiere zeigt diese ursprüngliche Gestalt, während alle Wirbelthier-Embryonen bei ihrem ersten Auftreten durchaus auf ähnliche Weise gebildet sind, und dadurch bethätigen, daß sie alle einem und demselben Organisationsplane angehören.

Ein Durchschnitt durch einen Embryo in dieser Periode stellt die Theile in der Weise dar, wie sie hier vom Huhne gezeichnet sind. Die ursprüngliche Rückenfurche mit der Primitivrinne in der Mitte hat sich stark vertieft, während die Seiten, welche das Medullarrohr bilden werden, wallartig emporgehoben sind und unmittelbar in die seitliche Fortsetzung, welche die Haut des Körpers bilden wird, in das Hornblatt übergeht. Unter der Primitivfurche, deutlich getrennt und für sich bestehend, zeigt sich die später zu erwähnende Rückensaite (Chorda); zu ihren beiden Seiten das körnig gezeichnete motorisch-germinative Blatt, welches sich schon in die Urwirbelplatten mit ihrer Höhle zu sondern beginnt, und darunter, ungetheilt in gleichmäßiger Dicke das Darmdrüsenblatt, welches den Embryo gegen den Dotter abgränzt.

Fig. 84.

Durchschnitt durch einen Hühnerembryo von 24 Stunden, 90 mal vergrößert. R. f. Rückenfurche. P. v. Primitivrinne. m. Medullarrohr in der Bildung. h. Hornblatt. (Alle diese Theile dem Sinnesblatt angehörig.) ch. Rückensaite. u. w. p. Urwirbelplatte. u. w. h. Urwirbelhöhle. sp. Seitenplatten — (Alles dem motorischen Blatte angehörig). dd. Darmdrüsenblatt.

Wir wenden uns nun zunächst, nach Feststellung dieser Thatsache, daß die Rückenfurche mit ihren seitlichen Wällen, die sich zum Medullarrohre schließen werden, nur dem Hornblatte angehört, zu der Entwickelung des Nervensystems selbst, indem wir die anderen im Durchschnitte dargestellten Theile einstweilen auf sich beruhen lassen.

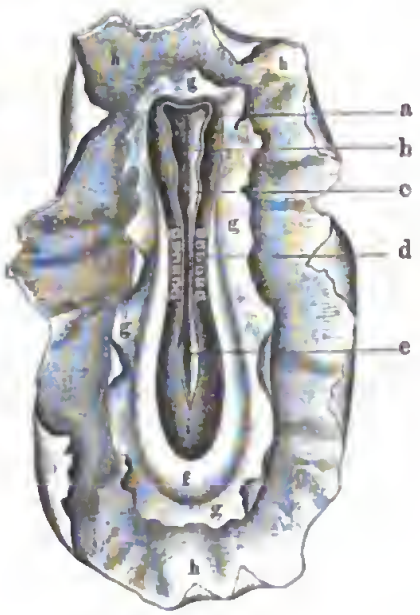


Fig. 85.

Die Embryonalanlage in einem Hundeei, etwa 20 Tage nach der Befruchtung. Der über die Keimblase mit der Bauchfläche hingebogene, werdende Embryo ist losgelöst und mit den ihn umgebenden Häuten flach ausgebreitet worden, daß man ihn vom Rücken aus sieht. Die Primitivrinne klafft noch weit auseinander — sie ist überall mit einem hellen Streifen umgeben, der ersten Ablagerung von Substanz an den Wänden der Rinne. In der Tiefe der Rinne sieht man die Rückensaite als dunkleren Streifen. a. Vorderhirn. b. Mittelhirn. c. Hinterhirn — alle drei noch in Gestalt von Ausbuchtungen der Primitivrinne. e. Lanzettförmige hintere Erweiterung der Primitivrinne. (Rhombische Bucht, sinus rhomboidalis) d. Urwirbelkörper. f. Seitenplatten. g. äußeres und mittleres Blatt der Keimblase, zusammengeheftet. h. Darmdrüsenblatt. i. Körper des Embryo.

Sobald die Primitivrinne einmal angelegt ist, erweitert sie sich besonders an ihrem vorderen Ende und bildet hier mehrere seitliche Ausfackungen, deren man ursprünglich drei zählt. Auch

in dem hinteren Theile erweitert sich die Rinne ein wenig, so daß sie hier eine lanzettförmige Gestalt erhält. Sobald die vorderen Ausbuchtungen und die hintere lanzettförmige Erweiterung der Rinne sich ausgebildet haben, bildet sich auch auf dem Boden und längs den Rändern der Rinne eine dünne, zarte Schicht glashelle Substanz, welche durch ihre Durchsichtigkeit auffallend von der dunkleren Masse der wulstigen Ränder absticht. Diese helle Substanz, welche, wie gesagt, nur in dünner Schicht die Rinne auskleidet, ist die Uranlage des centralen Nervensystems. Es ist also das Central-Nervensystem, das Gehirn und Rückenmark, welches sich zuerst auf dem Boden einer auf der Rückenfläche offenen Rinne differenzirt. Die Wülste, welche diese Rinne umgeben, entsprechen den noch ungeschiedenen Hüllen des Central-Nervensystemes, der Haut, den Knochen, Muskeln und übrigen Gebilden, welche den ganzen Körper mit Ausschluß der Eingeweide zusammensetzen. Das Central-Nervensystem ist also das erste unter allen Organen des Körpers, welches sich in bestimmter Form darstellt, und es giebt sich sonach als das wichtigste primärste Organ des Wirbelthieres überhaupt zu erkennen. Ehe wir seine weitere Entwickelung genauer verfolgen, wird es geeignet sein, überhaupt einige Bemerkungen über die Art und Weise, wie die einzelnen Organe des Leibes sich bilden, hier einzustreuen.

Wir haben gesehen, daß der Fruchthof ursprünglich nur eine einzige Zellenanhäufung darbot, die sich später in zwei und sogleich in drei Blätter spaltete, ein äußeres für die Oberhautgebilde und das centrale Nervensystem, ein mittleres für Knochen- und Muskelsystem, Geschlechtsorgane und Kreislaufsorgane, ein inneres für den Darm und die Drüsen. Wir sahen ferner, daß das erste dieser Blätter anfangs eine homogene Zellenmasse darstellte, welche, in bestimmten Richtungen fortwuchernd, die Formanlage einer Rinne bildete, und daß in dieser Rinne nun die erste Anlage eines differenten Organes, des Central-Nervensystemes, sich entwickelte, die sich durch eine eigenthümliche Structur ihrer Bildungsmasse von den Zellen in der

Umgebung unterſchied, welche noch ihre durchaus homogene Zuſammenſetzung beibehielten. Was an dem Nervenſyſteme geſchieht, zeigt ſich überall bei dem Entſtehen der erſten Anlagen anderer Organe. Es erſcheinen ſtets zuerſt ganz allgemeine Geſammtanlagen für ganze Gruppen von Organen, welche ſich aus der indifferenten Bildungsmaſſe hervorbilden, und dieſe Geſammtanlagen theilen ſich wieder durch Differenzirung ihrer Elemente in die Anlagen der einzelnen Organe. Die Entwickelung des Embryo ſchreitet demnach nicht in der Art fort, daß ein beſtimmtes Organ zuerſt ſich ausbildete, dann ein anderes, dann ein drittes u. ſ. w.; daß alſo ein einzelnes Organ gleichſam den Mittelpunkt darſtellte, um welchen dann die anderen Organe nach und nach ſich gruppirten und ſo den Organismus vervollſtändigten. Es werden im Gegentheile allgemeine, ganze Organgruppen zuſammenfaſſende Uranlagen gebildet, und dieſe nach und nach ſtets mehr und mehr geſondert und in einzelne Organe zerlegt. Das Ei bildet gleichſam den aufgelöſten Embryo; — man kann es vergleichen mit einer Auflöſung verſchiedenartiger Salze, die man durch Kryſtalliſation zu trennen ſucht. Wenn auch die Auflösbarkeit dieſer einzelnen Salze verſchieden iſt, ſo weiß doch der Chemiker gar wohl, daß namentlich diejenigen, welche ſich in dieſem Punkte näher ſtehen, vereinigt ſich ausſcheiden, daß ein Salz das andere mit zu Boden reißt. Erſt durch wiederholtes Umkryſtalliſiren und Reinigen kann man dieſe Gruppen gemeinſchaftlich niedergefallener Subſtanzen in die einzelnen Salze trennen. Ganz ſo verhält ſich auch die embryonale Entwickelung. Sie bildet erſt Gruppen von Organen in unbeſtimmter Form, welche durch keinen Unterſchied ihrer elementaren Beſtandtheile ſich in einzelne heterogene Organe trennen laſſen. Nach und nach tritt dieſer Unterſchied in den elementaren Zellen auf. Sie bilden ſich aus je nach der eigenthümlichen Natur des Organes, welchem ſie angehören ſollen, und mit dieſer Ausbildung der Elementarbeſtandtheile geht auch diejenige der äußeren Form Hand in Hand, bis endlich das ganze Organ nach äußerer

Form und innerer Structur so ausgebildet ist, wie wir es in dem Erwachsenen antreffen.

Es ist deshalb thöricht und zeigt von einer gänzlichen Unkenntniß der Gesetze der Entwickelung, wenn man über die Bedeutung der Gesammtanlagen, welche in dem Embryo auftreten, sich abquält und dieselben einem oder dem andern bestimmten Organe vindiciren will. Man hat endlose Streitigkeiten geführt über die Bedeutung der Primitivrinne, welche sich zuerst in der Uranlage des Embryo's zeigt. Die Einen behaupteten, diese hohle, mit Flüssigkeit gefüllte Rinne sei die Uranlage des Nervensystems, und die Wülste, welche sie begränzen, entsprächen den Hüllen des centralen Nervensystems; — die Andern glaubten, die Wülste entsprächen der centralen Nervensubstanz selbst und stellten deren Uranlagen dar. Keines von beiden ist richtig. So lange noch die dünne Schicht von Nervensubstanz sich nicht auf den Boden der Rinne differenzirt hat, entsprechen eben die homogenen Wülste mit dem Schildchen, in welches sie nach den Seiten hin ohne bestimmte Demarcationslinie übergehen, allen Organen des oberen Blattes ohne Ausnahme, und so wie zuerst die Nervensubstanz aus dieser Gesammtanlage sich ausscheidet, so differenziren sich später aus dem mittleren Blatte die Knochen, die Muskeln, die äußere Haut u. s. w.

Betrachten wir nun die Entwickelung des Central-Nervensystemes im Zusammenhange, so ist es vor allen Dingen nöthig, uns wohl die Gestalt desselben bei seinem ersten Auftreten in das Gedächtniß zurückzurufen. Es bildet eine dünne homogene Schicht, die den Boden einer an der Rückenfläche offenen Rinne auskleidet, an deren vorderem Ende drei seitliche Ausbuchtungen zu bemerken sind, während hinten eine lanzenförmige Erweiterung sich zeigt. Derjenige Theil des Central-Nervensystemes, welcher, wenn man sich den Menschen auf dem Bauche liegend denkt, dem Boden des Wirbel- und Schädelrohres anliegt, zeigt sich demnach zuerst in der Anlage. Dieser Theil aber ist, wie wir früher sahen, der Hirnstamm, der bewegende und empfindende Theil des Central-Nervensystemes, von welchem die peripherischen

Nerven entſpringen. Der Hirnſtamm zeigt ſich alſo in ſeiner erſten Anlage vor allen anderen Organen des Körpers, namentlich vor den Nerven, die noch nirgends in der umgebenden Maſſe des Körpers differenzirt ſind. Dieſe beſteht noch durchaus aus vollkommen homogenen Zellen, in welchen die genaueſte Beobachtung keinen Unterſchied zu erkennen vermag. Die Ausbuchtungen, welche man an dem Kopfende der Rinne bemerkt, und die ebenfalls ihrem Boden entlang mit einer ſolchen dünnen Schicht von Nervenſubſtanz ausgekleidet ſind, entſprechen den ſpäteren Hauptabtheilungen des Gehirnes, der mittlere engere Theil der Rinne dem Rückenmark, und ſeine hintere Erweiterung einer eigenthümlichen Spaltung des Rückenmarkes in der Lendengegend, die bald verſchwindet, bei manchen Thieren aber, z. B. den Vögeln, ſich bleibend erhält und auch zuweilen bei neugeborenen Kindern abnorm entwickelt in Form eines waſſerhaltigen Sackes an der angegebenen Stelle ſich findet.

Die erſte Tendenz der Bildung in dem Central-Nervenſyſteme geht dahin, die Rinne zuzuwölben und zu einer Röhre zu ſchließen, welche ringsum von Nervenſubſtanz ausgekleidet iſt. Man beobachtet, wie zu dieſem Endzwecke die Wülſte, welche die Rinne und ihre Ausbuchtungen begränzen, ſich erheben und allmählich, gleich den Bogentheilen eines Tunnels, den man zuwölbt, von beiden Seiten nach der Mittellinie hin gegen einander ſtreben. Die Wülſte beſtehen dann noch gänzlich aus gleichartigen Zellen, und in gleichem Maße, wie dieſes Mauerwerk von Zellen ſich überwölbt und in der Mittellinie ſchließt, wölben ſich auch im Inneren die Ränder der Nervenſubſtanz einander entgegen und ſchließen ſich an den meiſten Stellen ebenfalls in der Mittellinie zuſammen. Während dieſes Vorganges verſchwindet ſchon die hintere linſenförmige Ausweitung der Rinne ſo ziemlich. Dagegen erhalten ſich die vorderen Kopfausbuchtungen und verwandeln ſich durch die Ueberwölbung in Blaſen. Nur an einer einzigen Stelle, nämlich in dem Nacken, da wo wir bei dem Erwachſenen das verlängerte Mark ſehen, wölbt ſich die Nervenſubſtanz nicht zu einer Röhre zuſammen,

ſondern behält hier die urſprüngliche Geſtalt einer Hohlkehle, die nach oben offen oder nur von einem ſehr dünnen Blättchen überzogen iſt. Die Wülſte, welche ſich ſpäter in die Hüllen und Bedeckungen des centralen Nervenſyſtemes verwandeln, wölben ſich indeß auch an dieſer Stelle zu einem vollſtändigen Schluſſe, ſo daß die weitere Ausbildung des Central-Nervenſyſtemes in einem durchaus geſchloſſenen Rohre ſtatthat, welches vornen drei primitive Gehirnblaſen erkennen läßt.

Bei dieſer Zuwölbung trennt ſich die äußerſte Schicht des Hornblattes von dem darunter liegenden, nun geſchloſſenen Medullarrohre, ſo daß nun bei einem Durchſchnitte die Theile ſich ſchon weſentlich verändert darſtellen. Das Hornblatt, welches auf dem früheren Durchſchnitte (Fig. 84) in das Medullarrohr überging, läuft nun continuirlich über daſſelbe weg; das Medullarrohr iſt vollſtändig zum Rohre geſchloſſen mit großer Höhle im Inneren; die dem mittleren Blatte angehörigen Theile haben ſich mehr differenzirt, während das Darmdrüſenblatt noch unverändert geblieben iſt.

Fig. 86.

Querſchnitt eines Hühnchens vom 2. Tage, 90 mal vergrößert.

h. Hornblatt, über der Vereinigungsſtelle verdünnt. m. r. Medullarrohr, jetzt ſchon zum hohlen Rückenmarke geſchloſſen. ch. Rückenſaite. uw. Urwirbel mit der ausgefüllten Höhle uwh in der Mitte. hpl. Hautplatten und df. Darmfaſerplatten, durch Differenzirung der urſprünglichen Seitenplatten entſtanden und durch den Spalt sp getrennt; ao. Ur-Aorten; ung. Urnierengänge.

Das vorderſte Ende der Primitivrinne erſcheint bei dem erſten Auftreten der ſeitlichen Ausbuchtungen leicht nach innen eingedrückt, ſo daß die vorderſte Hirnblaſe gleichſam die Geſtalt eines Kartenherzens hat, deſſen eingeſchnittene Seite nach vorn,

die Spitze nach hinten ſchaut, während die beiden Flügel ſeitlich ſich ausdehnen. Dieſe vordere Ausbuchtung bleibt aber nicht lange; ſie verſtreicht ſich, wölbt ſich allmählich im Bogen nach vorn hervor und bildet bald eine hervorſpringende Ecke, welche ſich von den ſeitlichen Flügeln der Blaſe mehr und mehr abſchnürt. Je weiter dieſe Abſchnürung vorſchreitet, deſto mehr bildet ſich auch dieſe vorſpringende Ecke aus. Sie wird allmählich zu einer blaſenförmigen Vorragung, die ſich endlich in

Fig. 88. Fig. 87. Fig. 89.

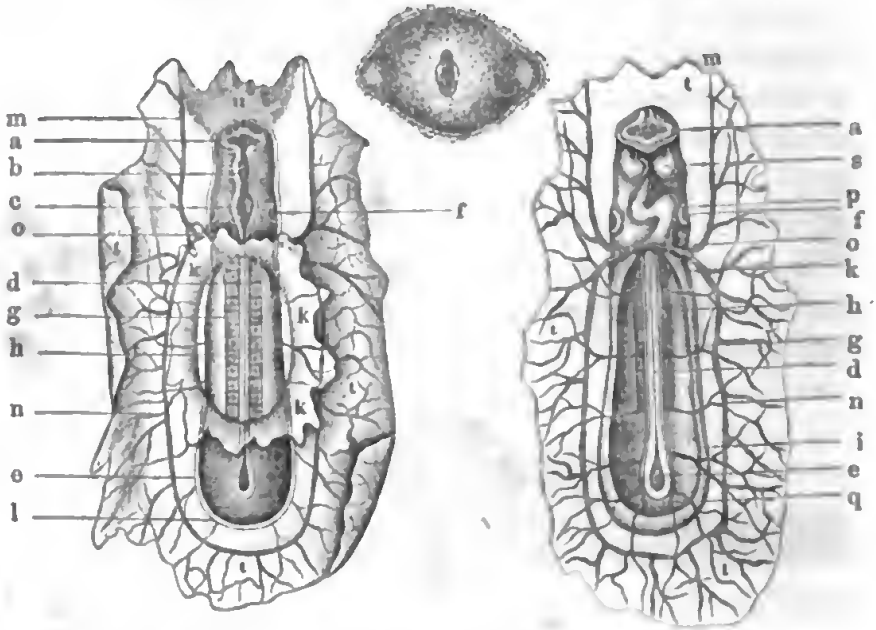


Fig. 87. Ein Hundeei von etwa 23 Tagen in natürlicher Größe. Man unterſcheidet deutlich die äußere Eihaut (Chorion), dicht mit Zotten beſetzt, und die innere, aus den Embryonalblättern gebildete Eiblaſe. In der Mitte ſieht man den Embryo, welchen die Figuren 88 und 89 zehnmal vergrößert vom Rücken und vom Bauche her darſtellen. Das Hirn und Rückenmarksrohr ſind bis auf die Hirnblaſen und die hintere Rhombenbucht geſchloſſen; die Kopfbeuge bildet ſich aus, ſo daß ſchon das Kopfende des Embryo's mit den beginnenden Augenbuchten gegen die Bauchſeite eingebogen iſt. Die Ohrbläschen ſind angelegt; das Amnios iſt von allen Seiten her über den Embryo hergewachſen, aber über der Mitte des Rückens noch offen, ſo daß hier ein ovaler Raum iſt, wo der Rücken frei liegt; das Herz und der erſte Kreislauf, ſo wie der erſte Kiemenbogen ſind ausgebildet, die Bauchplatten noch nicht geſchloſſen, ſondern noch weit offen, ſo

daß der hintere Theil des Embryo, von der Bauchseite aus, einer seichten Wanne ähnlich sieht. Die Buchstaben sind für beide Figuren gleich.

a. Vorderhirn mit den beiden seitlichen Augenbuchten. b. Mittelhirn. c. Hinterhirn. d. Rückenmark. e. Rhombenbucht. f. Ohrbläschen. g. Wirbelkörper. h. Rückenplatten. i. Umgekrempter Rand derselben, zum Schluß der Bauchwände. k. Das rundum abgerissene Amnios, noch offen über dem Rücken. l. Die den Embryo umgebende Falte des Amnios. m. Vordere Dottervene. n. Hintere Dottervene, mit der von der entgegengesetzten Seite einen Kranz bildend. o. Große hintere Herzvene, in der sich beide Venen vereinigen und so in den Sförmig gewundenen Herzschlauch p. eintreten. q. Hintere Wirbelarterien, die Dotterarterien abgebend. s. Der erste Kiemenbogen, der sich später zum Unterkiefer ausbildet. t. Das Darmdrüsenblatt. u. Vorderer Eindruck desselben, durch die Kopfbeuge verursacht.

der Mittellinie mehr und mehr einschneidet und so zwei seitliche Hälften darstellt, welche mit großer Schnelligkeit sich bedeutend ausdehnen und zwei vordere Blasen bilden, die übermäßig wachsen und über die anderen Hirnblasen hinüberwuchern. Diese beiden vorderen Blasen bilden das Vorderhirn, sie entwickeln sich zu den Hemisphären des großen Gehirns. Das Vorderhirn ist demnach in den primitiven Ausbuchtungen der Rinne in den drei primitiven Hirnblasen gar nicht enthalten, sondern es entwickelt sich erst nach der Anlage derselben aus dem anfänglich eingedrückten vorderen Ende der Nervenröhre, welches zwischen den beiden seitlichen Flügeln der vordersten Hirnblase hervorsproßt.

Dieses vordere Paar seitlicher Flügel mit dem sie verbindenden Mittelstücke, die erste primitive Gehirnblase, nennen wir das Zwischenhirn oder Sehhirn, weil aus ihm die Augen hervorsprossen. Je mehr nämlich die Bildung der Nervensubstanz fortschreitet, desto mehr schnüren die seitlichen Flügel oder Ausbuchtungen dieser Blase, indem sie zugleich seitlich sich ausdehnen, von dem Mittelstücke sich ab, und stellen sich bald als zwei runde Säcke dar, deren jeder durch eine kurze weite Röhre mit dem Mittelstücke in Verbindung steht. Diese beiden seitlichen gestielten Säcke sind die Rudimente der Augen, die man oft die Augenbuchten nennt, und der hohle Stiel, welcher jede dieser Augenbuchten mit dem Mittelstücke verbindet, ist der

ursprüngliche Sehnerv. Die mittlere Blase, in welcher diese Sehnerven münden, wölbt sich zu einem unpaaren, anfänglich röhrenartigen Theile zusammen, in welchem sich später die Sehhügel entwickeln. Die zweite primitive Hirnblase erfährt nie eine solche Ausbildung, wie die erste, sondern bleibt stets auf einer mäßigen Stufe der Entwickelung stehen. Indem sie sich in der Mittellinie zusammenwölbt und an der Vereinigungsstelle bedeutend einsenkt, entstehen die Vierhügel, deren wir schon früher bei der Behandlung der Functionen des Nervensystemes als mit der Function des Sehens wesentlich betraut gedachten.

Die dritte primitive Hirnblase endlich kann füglich in zwei Theile getheilt werden. In dem vorderen Theile, der Hinterhirn- oder Kleinhirnblase, wölbt sich die Nervensubstanz vollständig zusammen und läßt so das kleine Gehirn entstehen, während in der Nachhirnblase die Nervensubstanz nur auf dem Boden wuchert, sich aber nicht zu Gewölbtheilen erhebt.

Bei den höheren Wirbelthieren und dem Menschen bilden sich während der Entwickelung des Gehirns zwei, oder, wenn man will, selbst drei äußerst merkwürdige Einknickungen aus, die bei den niederen Wirbelthieren nur schwach angedeutet sind. Beim Beginne seiner Entwickelung krümmt sich nämlich der Embryo gleichmäßig im Bogen um die Kugel des Eies herum, und es bedarf nur der Ablösung von demselben, um ihn völlig horizontal und platt auf seine Bauchseite ausbreiten zu können. Sobald aber die primitiven Hirnblasen ausgebildet sind, ändert sich dieses Verhältniß. Der Embryo beugt sich mit seinem Kopfe, dessen Unterfläche von der Peripherie des Eies sich losgelöst hat, nach innen gegen dasselbe ein und knickt den vorderen Theil des Kopfes gegen die Brust hin nieder. Diese Einknickung findet sich an der Stelle der späteren Brücke, an der Gränze zwischen dem Mittelhirne und dem Nachhirne, und ist so bedeutend, daß sie mehr als einen rechten Winkel beträgt. Die Basis des Nachhirnes und diejenige des Mittelhirnes, welche uranfänglich in gleicher Ebene lagen, sind, sobald die Kopfbeugung den höchsten Grad erreicht hat, nur durch einen schmalen

Fig 90. Ein etwa 26 Tage alter Hundeembryo, fünfmal vergrößert, von der Seite gesehen.

a. Vorderhirn mit der Scheitelbeuge. b. Zwischenhirn. c. Mittelhirn. d'. kleines Gehirn. d. Nachhirn. e. Auge. f. Ohrbläschen, durch einen Stiel (Hörnerven) mit dem Nachhirn zusammenhängend. g. Oberkiefer. h. Unterkiefer (erster Kiemenbogen). i. Zweiter Kiemenbogen. k. Rechte Vorkammer des Herzens. l. Linke Kammer. m. Rechte Kammer. n. Aortenstiel. o. Leber. p. Herzbeutel. q. Darmschlinge, in welches das Nabelbläschen s. mit seinem Stiele r. einmündet. t. Allantois. u. Amnios. v. Vordere Extremität. w. Hintere Extremität. x. Wirbelsäule. y. Schwanz. z. Nase. 1. Kopfbeuge oder Brückenkrümmung. 2. Nackenbeuge.

Sporn von Zwischensubstanz von einander getrennt. Man hat diese Einknickung die Kopfbeuge oder Brückenkrümmung genannt; ihr entspricht an der Außenfläche eine höckerartige Vorragung; das Mittelhirn behauptet gerade die Spitze dieses Kopfhöckers.

Eine zweite Beugung, die zwar nicht so scharf ist, als die vorige, aber dennoch fast einen rechten Winkel beträgt, zeigt sich bei dem Uebergange des Rückenmarkes in das Nachhirn. Auch diese Beugung, die man unter dem Namen der Nackenbeuge und des Nackenhöckers kennt, ist den höheren Wirbelthieren eigenthümlich, indem sie bei den niederen nur angedeutet ist. Endlich zeigt sich dann noch eine dritte Einbiegung am Zwischen-

und Vorderhirn, die gegen den Dotter hingebogen sind, und die man die Scheitelbeuge und den Scheitelhöcker nennen kann. Sobald diese drei Biegungen sich vollständig entwickelt haben, kann man den vordern Theil des Embryo's in seiner Gestalt sich nicht besser versinnlichen, als wenn man den Finger, den Zeigefinger z. B., so stark wie möglich in seinen sämmtlichen Gliedern beugt; die Beugefläche des Fingers entspricht dann der Bauchfläche des Embryo: das erste Gelenk der Scheitelbeuge, das zweite Gelenk der Kopfbeuge und das Handgelenk des Fingers der Nackenbeuge des Embryo.

Diese Einknickungen sind nicht etwa vorübergehender Art, so daß sich der Embryo leicht auf einer horizontalen Unterlage gerade legen ließe. Sie sind vielmehr auf tiefwurzelnden organischen Verhältnissen begründet, und zwar hauptsächlich auf der Ausbildung der festeren Theile des Skeletts und des Kleinhirnzeltes, über welche die Hirntheile hinauswuchern. Durch die Existenz dieser beiden Einknickungen, welche das Studium der an der Bauchfläche des Halses gelegenen Theile sehr erschweren, theilen sich die Embryonen der Wirbelthiere in zwei große Abtheilungen. In der einen dieser Abtheilungen, zu welcher die Säugethiere, die Vögel und die beschuppten Reptilien gehören, sieht man eine starke Kopf- und Nackenbeuge; man findet bei diesen Embryonen die Entwickelung eines Amnios, zur Umhüllung des Embryo, und ferner diejenige einer Allantois oder eines Harnsackes, zur Ausbildung ernährender Gefäße für den Fötus. In der zweiten großen Abtheilung, derjenigen der niederen Wirbelthiere, bei den Fischen und nackten Amphibien, sind Kopf- und Nackenbeuge nur sehr unbedeutend entwickelt und kaum angedeutet, zugleich fehlt die von dem Embryo ausgebildete Hülle oder Schafhaut und nicht minder der Harnsack vollkommen. Wie leicht einzusehen, ist durch diese Unterschiede ein sehr verschiedener Plan der embryonalen Entwickelung angedeutet, und es rechtfertigt sich dadurch vollkommen die Ansicht derjenigen Naturforscher, welche in dem Wirbelthierreiche nicht vier, sondern fünf Klassen annehmen, und die beschuppten Reptilien oder die Schildkröten, Schlangen

und Eidechsen, von den nackten Amphibien, den Fröschen und Molchen trennen. Es ist hier nicht der Ort, weiter auf die Verhältnisse einzugehen, die äußerst interessant sind, sowohl für die Entwickelung des Embryo im Allgemeinen, als auch in Beziehung auf die Schlüsse, welche man daraus für die Zoologie entnehmen kann.

Verfolgen wir noch kurz die Entwickelung der einzelnen Hirntheile, so ist vor Allem darauf aufmerksam zu machen, daß die Anlage und Ausbildung der festeren Nervensubstanz hauptsächlich von dem Boden und den Seitentheilen her geschieht, und so die ursprünglich ungemein großen Höhlen der verschiedenen Gehirnblasen nach und nach ausgefüllt und auf dasjenige geringe Verhältniß reducirt werden, welches sie in dem Erwachsenen behaupten. Es erscheinen demzufolge die festen Theile der Gehirnsubstanz anfänglich nur in Gestalt äußerst dünner blättchenartiger Schichten, welche den Boden, die Wände und die Decken der Hirnblasen überkleiden, und deren große Weichheit und Zartheit der Untersuchung viele Hindernisse entgegenstellen. Diese werden im Anfange einigermaßen aufgewogen durch die glashelle Durchsichtigkeit, welche die Nervensubstanz sowohl als auch die sie umgebenden noch indifferenten Zellenmassen besitzen. Später aber, wenn theils die Hüllen des Schädels und die Wirbelsäule undurchsichtiger und dunkler geworden sind, theils auch die Nervensubstanz sich selbst in größerer Masse angehäuft und dadurch ihre Durchsichtigkeit verloren hat, später, sage ich, ist diese Zartheit der Substanz, ihr Zerfließen gleichsam unter ihrem eigenen Drucke, ein wesentliches Hinderniß der Untersuchung. Wir haben deshalb auch erst in den neuesten Zeiten genügende Aufschlüsse über die fernere Ausbildung der einzelnen Hirntheile erhalten.

Die Hemisphären des großen Gehirns bilden sich, wie schon bemerkt, aus der vordern unpaaren Endigung des primitiven Nervenrohrs, die nach und nach zu einer blasenartigen Erhebung anschwillt. Die Entwickelung der Nervensubstanz schreitet anfänglich hauptsächlich nach hinten hin fort und bewirkt dadurch die zunehmende Sonderung dieses Theiles von den Augenbuchten,

die anfänglich nur unvollständig abgetrennt sind. Während nun die Gewölbtheile in der Mitte zusammenwachsen, bildet sich hier eine Einsenkung, wodurch die ursprünglich einfache Hemisphärenblase in zwei Hälften zerlegt wird, die anfänglich noch durch eine gemeinschaftliche Höhle mit einander verbunden sind. Die Wucherung der Nervenmasse ist nun namentlich in den Hemisphären äußerst bedeutend. Diese dehnen sich immer mehr nach hinten aus, wuchern über das Zwischenhirn, dann über das Mittelhirn seitlich weg und überdecken diese beiden Hirnblasen so, daß sie endlich mit an dem Hinterhirn anstoßen. Anfänglich findet diese Ueberwölbung der mittleren Hirntheile durch die Hemisphären nur mehr seitlich statt, so daß man bei der Ansicht des Gehirnes von oben das Mittelhirn noch in der Mittellinie erblicken kann, während später bekanntlich dieses nicht mehr der Fall ist. Der vordere Theil des Mittelhirnes, die Sehhügel, werden bei dem menschlichen Embryo gegen das Ende des dritten Monates, der hintere Theil oder die vier Hügel etwa in dem fünften Monate überwölbt, und gegen das Ende des siebenten Monats überragen die Hemisphären schon das kleine Gehirn eben so vollständig, wie im Erwachsenen. Eine Folge dieser außerordentlich raschen Entwickelung der Gewölbtheile der Hemisphären ist die anfängliche Zusammenfaltung derselben, so daß Furchen der Oberfläche entstehen, welche inneren Vorsprüngen der Substanz entsprechen. Später, wenn die Hirnwandungen dicker geworden sind, glätten sich diese Furchen wieder, um noch später jene Windungen der Oberfläche entstehen zu lassen, die um so mehr an Zahl und Tiefe abnehmen, je weiter wir in die Reihe der Säugethiere zurückgehen. Die Windungen bilden sich erst gegen das Ende der Schwangerschaft vollständig aus, und sind offenbar theilweise dadurch bedingt, daß das Gehirn stärker wächst, als die es einschließende Kapsel des Schädels. Während diese Wucherung der Gewölbtheile stattfindet, vermehrt sich auch die Nervenmasse auf dem Boden, an den Seiten und an der gewölbten Decke der Hemisphärenhöhle mit großer Schnelligkeit. Die Falte, welche beide Hemisphären von einander trennte,

ſenkt ſich immer tiefer hinab, und bildet endlich eine Scheidewand, wodurch die urſprünglich einfache Hirnhöhle in zwei ſeitliche Höhlen getrennt wird. Auf dem Boden dieſer ſeitlichen Höhlen erheben ſich nun zwei urſprünglich bohnenförmige Anſchwellungen, die Rudimente der geſtreiften Körper oder der Streifenhügel, und der Raum, welcher zwiſchen dieſer und der Hemiſphärendecke übrig bleibt, wird endlich ſo verringert, daß die Nervenſubſtanz ſich faſt durchaus berührt, und die Hirnhöhlen im normalen Zuſtande bei dem Erwachſenen kaum einen Theelöffel voll Flüſſigkeit enthalten können. Es geht ſomit aus der Entwickelungsgeſchichte der Hemiſphären hervor, daß die Streifenhügel weſentlich zum Hirnſtamme der Hemiſphären gehören, daß ſie eine Wucherung, eine ſpecielle Entwickelung des Bodens der Hemiſphärenblaſe bilden, und daß ſie niemals außerhalb dieſer Hemiſphärenblaſe geſucht oder gefunden werden können.

Die Entwickelung des Mittelhirns iſt in jeder Beziehung weit einfacher, als diejenige des Vorderhirns, und namentlich iſt die Ausbildung der Gewölbtheile hier durch die Wucherung der Hemiſphären bedeutend beſchränkt. Betrachtet man den Hergang der Entwickelung des Zwiſchenhirnes genauer, ſo zeigt es ſich, daß daſſelbe gar nicht gewölbartig ſich ſchließt, ſondern daß nur der Hirnſtamm an dieſer Stelle ſtärker wuchernd vom Boden aus den Raum ausfüllt, welchen ihm die Hemiſphären übrig laſſen. Die urſprüngliche Höhle bleibt deshalb in Form einer Spalte beſtehen, in welche man offen von oben hineinſchauen würde, wenn nicht die Hemiſphären dieſelben überwölbten. Zu beiden Seiten dieſer Spalte liegen die Sehhügel, welche ſich demnach als weſentliche Theile des Hirnſtammes zu erkennen geben.

Complicirter Art ſind die Bildungen, welche außer den Sehhügeln auf dem Boden, oder vielmehr an der Unterfläche des Zwiſchenhirnes ſich entwickeln und dort den Hirntrichter mit dem Hirnanhange ausbilden. Der Hirntrichter ſelbſt ſollte nach früheren Angaben eine Ausſackung dieſes Bodens der Zwiſchenhirnhöhle ſein, welche unmittelbar vor dem Ende der Axe des

knöchernen Skelettes, der Wirbelsaite oder Chorda, sich gegen die Mundhöhle hinabsenkte. Man muß hier bedenken, daß bei jüngeren Embryonen, wo diese Ausſackung des Hirntrichters ſich bildet, die Naſenhöhle mit ihren hinteren Gängen noch nicht gebildet iſt, und daß demnach das Dach der Mundhöhle zugleich den Boden bildet, auf welchem die Baſis des Gehirnes aufruht. Man denke ſich den knöchernen Gaumen weggebrochen, dadurch die Mund- und Naſenhöhle in eine einzige geräumige Höhle verwandelt, und man wird etwa eine Anſchauung dieſer Verhältniſſe haben. Indem nun der Boden des Zwiſchenhirnes ſich ein wenig nach unten einſenkt, ſollte ihm eine Ausſackung des Daches der Mundhöhle entgegenkommen, die ſich mehr und mehr erhebt, und ſo endlich einen Beutel bildet, deſſen Grund nach oben, gegen das Gehirn, ſchaut, während von unten her, von der Mundhöhle aus, ein offenes Loch in die Höhle dieſes Beutels führt. Dieſes Loch ſchlöße ſich allmählich; der Beutel ſchnüre ſich ab, verwachſe mit der trichterförmigen Ausſackung, welche ihm von dem Gehirne aus entgegenkomme, und bilde ſo den Hirnanhang, welchen man bei dem Erwachſenen an der Baſis des Gehirnes unmittelbar hinter der Kreuzung der Sehnerven ſieht. Der Hirnanhang ſei demnach kein urſprünglicher Theil des Gehirns, ſondern eine Production des Daches der Mundhöhle, welche ſich von dieſem ablöſt, und mit der ihm entgegenkommenden Baſis des Hirntrichters verwächſt. Neuere Unterſuchungen haben zwar den größten Theil der Thatſachen, auf welchen dieſe Darſtellung beruht, beſtätigt, gegen die Art der Bildung ſelbſt aber gewichtige Zweifel erheben laſſen.

Außerordentlich einfach ſind die Umwandlungen, welche das eigentliche Mittelhirn, oder die Vierhügelblaſe erfährt. Der Anſatz der Nervenſubſtanz geſchieht faſt gleichmäßig von allen Seiten, ſo daß die urſprüngliche Höhle in einen feinen Kanal, die Sylviſche Waſſerleitung, umgewandelt wird, welcher in der Mittellinie zwiſchen den vier Hügeln ſich hinzieht, die eigentlich nur eine einzige, durch eine oberflächliche, kreuzförmige Einſenkung geſchiedene Maſſe bilden.

In der Zelle des Hinterhirns bleibt die Ueberwölbung der nur durch Hüllenſubſtanz geſchloſſenen Röhre anfangs lange zurück, bis endlich an dem vorderen Theile die Nervenmaſſe von den Seiten und von oben her ſich zuſammenwölbt, und ſo eine Lamelle darſtellt, welche ſenkrecht auf dem Hirnſtamme aufſitzt und, von der Seite geſehen, wie ein gerader Pfeiler ausſieht. Dieſer Pfeiler, die erſte Anlage des kleinen Gehirnes, wächſt nun zuerſt hauptſächlich nach hinten hin aus, und zwar nur in ſeiner oberen Partie, ſo daß er, von der Seite geſehen, wie ein dicker, kurzer, gekrümmter Haken erſcheint. Allmählich legt ſich nun dieſer Haken, der ſogar in eine Art Deckplatte über der Rautengrube auszulaufen ſcheint, bei ſtetem Fortwachſen über die auf dem Boden der Nachhirnblaſe angeſammelte Nervenmaſſe herüber, die ſich nie zuwölbt, und bedeckt dieſe etwa in ähnlicher Art, wie die Hemiſphären des großen Gehirnes das Mittelhirn bedecken. Während auf dieſe Weiſe das kleine Gehirn in ſeinem mittleren Theile ſich ausbildet und auch nach den Seiten hin auswuchert, um ſeine Hemiſphären zu bilden, wächſt auch zugleich die Nervenſubſtanz in dem Stamme des Hinterhirnes und des Nachhirnes, und bildet dort jene verſchiedenen Stränge, grauen Knoten und queren Faſermaſſen, welche die Anatomen unter dem Namen der Brücke, der Oliven und der Pyramiden kennen.

Die Ausbildung des Rückenmarkes in ſeiner ganzen Länge iſt äußerſt einfach. Die urſprüngliche Nervenſubſtanz zeigt hier die Geſtalt einer dünnen Hohlkehle, die von dem Boden aus nach den Seiten wuchert, ſich allmählich mehr und mehr verdickt, endlich ſich zuwölbt, und zuletzt, nachdem die innere Höhlung ſich faſt vollſtändig geſchloſſen hat, auch oben längs der Mittellinie zuſammenwächſt. In Folge dieſer Schließung bleibt noch am längſten in der Mitte des Rückenmarkes ein feiner Axenkanal übrig, der indeſſen auch noch vor der Geburt des Embryo mit Nervenſubſtanz erfüllt wird.

Die Entwickelung der Elemente des Nervenſyſtemes iſt je nach der Natur dieſer Elemente ſelbſt verſchieden. Die Nerven-

zellen, mögen sie nun in dem Gehirne oder in den Ganglien vorkommen, sind stets nur directe Umwandlungen von Embryonalzellen, welche in Fortsätze auswachsen, die sich mit den Nervenröhren verbinden. Diese entstehen in den peripherischen Nerven aus spindelförmigen kernhaltigen Zellen, die sich zu blassen, platten Röhren verbinden, welche anfangs grau erscheinen, dann aber nach und nach dunklere Ränder erhalten und das fettige Mark, sowie den Axencylinder erkennen lassen. Die Nervenendigungen endlich entstehen aus spindelförmigen oder sternförmigen Zellen, die in höchst feine, blasse, verästelte Fäserchen auslaufen, welche mit einander ein weitmaschiges Netz bilden. Diese Fasern verdicken sich allmählich, und sobald sie auf einen gewissen Grad der Dicke angelangt sind, differenzirt sich ihre Masse in der Weise, daß man in ihrem Inneren eine zwar dünne, aber doch dunkelrandige Primitivröhre sieht. Da diese Differenzirung von dem Centrum nach der Peripherie hin fortschreitet, so sieht es gerade so aus, als wüchse die Primitivröhre in die blasse embryonale Faser hinein. Dies ist indeß um so weniger der Fall, als auch in solchen Organen, bei welchen durch Mißbildung eine Trennung vom Gehirne und Rückenmarke stattfindet und bei Embryonen, denen das Centralnervensystem gänzlich fehlt, dennoch in den peripherischen Organen sich Nerven bilden.

Vierundzwanzigſter Brief.

Die Sinnesorgane.

Die Entwickelung der drei hauptſächlichſten Sinnesorgane des Kopfes: des Auges, des Ohres und der Naſe, ſteht in beſtimmten Beziehungen zu derjenigen des Gehirnes, und es zeigt ſich hier eine gewiſſe Abſtufung in dieſen Beziehungen, welche gewiß nicht ohne Bedeutung für den Werth dieſer einzelnen Organe iſt. Die Uranlage des Auges iſt urſprünglich ein Theil des Gehirnes ſelbſt, und die äußeren Theile, welche das Auge zuſammenſetzen helfen, treten erſt ſpäter zu dieſer Uranlage hinzu. Das Ohr zeigt ſich bald nach dem Auge; — ſeine Uranlage ſcheint im Anfange iſolirt und tritt erſt in ſpäterer Zeit, wenn gleich noch immer ziemlich früh, mit dem Centralnervenſyſteme in Verbindung. Die Naſe endlich entwickelt ſich erſt viel ſpäter, als die beiden andern Sinnesorgane, und tritt auch nur ſehr ſpät durch die Riechnerven in Verbindung mit dem Gehirne.

Was nun zuerſt das Auge betrifft, ſo haben wir geſehen, daß die Uranlagen der beiden Augen in den ſeitlichen Ausbuchtungen der erſten primitiven Hirnblaſe, der Zwiſchenhirnblaſe, gegeben ſind. Die Beobachtung beſtätigt ſonach keineswegs die Annahme, welche man aufgeſtellt hat, daß die Augen aus einem einzigen unpaaren Rudimente entſtünden, welches ſich bei fortſchreitender Entwickelung in zwei Hälften trenne, deren jede ſich

zu einem Auge entwickele. Man glaubte durch dieſe Anwendung jene Mißgeburten erklären zu können, welche man unter dem Namen der Cyclopen bezeichnet, und wo, ſtatt zwei ſeitlicher, nur ein einziges mittleres Auge exiſtirt. Es kann indeß keinem Zweifel unterliegen, daß dieſe Anſicht eine falſche iſt, da die Beobachtungen unwiderleglich darthun, daß die zwei urſprünglichen Rudimente der Augen ſeitlich in Form blaſenförmiger Ausbuchtungen auftreten, freilich aber allmählich mehr nach unten rücken und eine Zeitlang durch ihre hohlen Stiele mit einander zuſammenhängen.

Die ſeitliche Blaſe, welche das Urrudiment des Auges darſtellt, überwölbt ſich von oben und von den Seiten her ſchon früh mit Nervenſubſtanz, und hat nun die Geſtalt einer hohlen Birne, deren Stiel in das Zwiſchenhirn einmündet. Auf der unteren Seite aber zeigt die Augenblaſe einen von Anfang an exiſtirenden Längsſpalt, welcher ſich ſpäter zwar ſchließt, aber auf die Bildung der ſämmtlichen hinteren Augentheile, Netzhaut, Glaskörper, Gefäßhaut und harte Haut den entſchiedenſten Einfluß äußert, indem dieſe alle anfänglich an der Bildung der Spalte Theil haben und erſt ſpäter in derſelben mit ihren nach unten gewandten Rändern verſchmelzen. Die urſprüngliche Augenblaſe ſelbſt iſt mit Flüſſigkeit gefüllt, welche mit derjenigen in der Hirnhöhle durch den hohlen Stiel communicirt. Da dieſe Flüſſigkeit durchaus waſſerklar, die Nervenſubſtanz aber ebenfalls ſehr durchſichtig iſt, ſo erblickt man in dieſem frühen Entwickelungsſtadium die Augen bei der Seitenlage des Embryo als zwei ſehr helle Doppelringe, deren Mitte wie ein rundes Loch erſcheint. Die birnförmigen Blaſen drängen nun bei fortſchreitender Entwickelung, zumal da die Hemiſphären ſich zwiſchen ihnen wölben, mehr und mehr nach Außen hin. Ihr hohler, in Folge des Spaltes urſprünglich rinnenförmiger Stiel, der zukünftige Sehnerv, verlängert ſich mehr und mehr, und ſo kommt es denn, daß wir bei den jungen Embryonen die Augen ganz ſeitlich an dem Kopfe, etwa wie bei einem Rinde, geſtellt ſehen. Die Augen beſitzen zugleich ſchon bei ihrem erſten Auftreten eine verhält-

nißmäßig ungeheuere Größe, so daß schon mancher Anfänger in der Entwickelungsgeschichte sie bei den ersten Embryonen, welche ihm unter die Hand fielen, verkannt haben mag.

Die Augenblasen sind in Folge ihres Hervordrängens nach Außen an der Peripherie nur von einer dünnen Schicht embryonaler Substanz überzogen, während an dem Grunde einer jeden Blase, zwischen ihr und dem Gehirne, in der Umgebung des hohlen Sehnervens eine größere Masse von Bildungsmaterial angehäuft ist. Die Schicht pflasterartiger heller Zellen, welche die Oberhaut des Embryo's bildet, geht glatt über sie weg, ohne Spur von Falten oder Einsenkungen. Der Bildungsgang im Großen ist nun der, daß sich im Innern der Blase, aus der dort vorhandenen Flüssigkeit, wie beim Gehirn, die Nervensubstanz der Netzhaut niederschlägt, während aus der umgebenden Embryonalsubstanz sämmtliche andere Augentheile, besonders aber die Hüllen, sich differenziren, und zwar in der Weise, daß das Hornblatt durch eine Einstülpung die Linse mit dem Glaskörper liefert, während das mittlere Keimblatt die weiße Augenhaut und die Hornhaut entstehen läßt.

Das nächste Organ, welches sich bildet, ist die Linse. In der Mitte der zarten Zellenhaut nämlich, welche die Augenblase als Fortsetzung der äußeren Haut überzieht, gewahrt man schon sehr früh eine tellerförmige Grube, deren Grund sich stets mehr und mehr nach Innen hin vertieft. Bald stellt diese Grube einen Beutel dar, in welchen von Außen her eine Oeffnung führt, die, Anfangs weit, sich stets mehr und mehr verengert und endlich sich ganz verschließt, so daß dann der ursprüngliche Beutel in Gestalt eines kugelförmigen Säckchens, das rundum abgeschlossen ist, an der Innenfläche der äußeren Haut zurückbleibt. Dieses Säckchen, das in seinem ganzen Umfange aus ebenso abgeplatteten polyedrischen Zellen besteht, wie die äußere Haut selbst, ist nichts anderes als die Linse. Diese, ursprünglich eine sehr dickwandige Kapsel darstellend, füllt sich im Inneren mit Zellen, aus welchen dann später die eigenthümlichen Linsenfasern sich entwickeln. Die Linse ist demnach nichts anderes, als eine

ſackförmige Einſtülpung der äußeren Haut, welche dem von dem Nervenſyſteme ausgehenden Augenrudimente etwa in ähnlicher Weiſe entgegenkommt, wie die oben beſchriebene Einſtülpung des Munddaches, welche den Hirnanhang bilden ſoll, dem von der zweiten Hirnhöhle aus ſich entwickelnden Hirntrichter entgegenwächſt. In Folge dieſer eigenthümlichen Entſtehungsweiſe des Linſenſyſtemes, die jetzt in übereinſtimmender Weiſe durch mehrere Beobachter bei dem Hühnchen, den Fiſchen und den Sepien aufgefunden wurde, zeigt ſich die Linſe auch ſtets bei jungen Embryonen hart an der Innenfläche der äußeren Haut anliegend. Erſt in ſpäterer Zeit trennt ſie ſich von dieſer Verbindung mit der äußeren Haut und drängt mehr gegen den Grund des Auges hin, bis ſie diejenige Stelle etwa in der Mitte des Augapfels erreicht, welche ſie in dem Erwachſenen einnimmt.

Den neueren Unterſuchungen zu Folge entſteht der Glaskörper ebenfalls durch eine Einſtülpung der äußeren Haut, aber von unten her, welche ſich zwiſchen die Linſen-Einſtülpung und die primitive Hirnblaſe hineinſchiebt, letztere ſo zuſammendrängt, daß ſie jetzt einem doppelwandigen Römerglaſe ähnlich ſieht, und zugleich einen Spalt herſtellt, der von unten her in den Raum zwiſchen Linſe und Netzhaut hinein führt.

Während dieſer Vorgänge hat ſich die Netzhaut im Inneren der Augenblaſe differenzirt. Sie zeigt ſich als eine dicke, weißliche, flockige Schicht, mit groben gewundenen Falten, ganz wie ein Stück Gehirn, das man in die Augenblaſe hineingeſtopft hätte. Der zu ihr führende Sehnerve iſt Anfangs eine nach unten offene Rinne, dann ein hohler Kanal, in welchem die Centralarterie verläuft. Die Spalte des Sehnerven ſetzt ſich Anfangs über die Netzhaut nach vorn hin fort, verwächſt aber bald in einer Art Naht, während ſich zugleich die Netzhaut ſelbſt mehr und mehr glättet, ihre Falten verliert, dünner wird, die Ausſtrahlungen der Sehnervenfaſern und endlich auch ihre eigenthümlichen Formelemente erkennen läßt. Aus dem urſprünglich plumpen gewundenen Hirntheil wird auf dieſe Weiſe eine Haut in Geſtalt eines Spitzglaſes erzeugt, deſſen Fuß dem Sehnerven,

der Becher der Netzhaut entſpräche, eine Form, welche in der That diejenige der Netzhaut in dem ausgebildeten Auge iſt.

Die Gefäßhaut des Auges oder die Choroidea ſcheint nach den neueſten Unterſuchungen ſich aus zwei verſchiedenen Lamellen zuſammen zu ſetzen. Die innerſte, der Netzhaut zugekehrte Schicht, welche den ſchwarzen Farbſtoff enthält, ſchlägt ſich in der äußeren Schicht der urſprünglichen Augenblaſe nieder, gehört alſo ihrem Urſprunge nach der Netzhaut an; die äußere oder Gefäßlamelle dagegen differenzirt ſich aus der Maſſe, welche die Hornhaut und weiße Augenhaut (Sclerotica) bildet. Es erklärt ſich vielleicht aus dieſer geſonderten Bildung der beiden Schichten, welche ſpäter zu einer einzigen Haut verwachſen, die abnorme Structur der Augen der Kakerlaken, bei welchen das Pigment gänzlich fehlt, während die Gefäßſchicht vorhanden iſt und noch durch die Pupille durchſchimmert.

Anfangs geht die Aderhaut nur bis zu dem Linſenrand und erſcheint auch nicht in ihrem ganzen Umfange gefärbt, indem der Abſatz des Pigmentes von oben und vorn her nach unten und hinten fortſchreitet. Eine Lücke bleibt aber in der Pigmentirung lange Zeit in Form eines ungefärbten Streifens, welcher ſchief von unten und hinten nach oben und vorn verläuft, ſich beſonders bei der Anſicht des Kopfes von unten deutlich zeigt

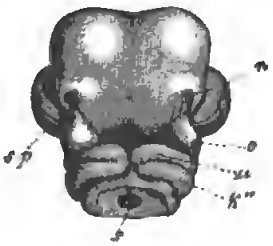


Fig. 91. Kopf eines Hühnchens von unten. n. Naſengrube. o. Oberkiefer. u. Unterkiefer. k''. zweiter Kiemenbogen. sp. Choroidealſpalt. s. Schlund.

und der Choroidealſpalt genannt wird. Die Stelle dieſes farbloſen Streifens entſpricht der Einſtülpung des Glaskörpers und bleibt zuweilen abnormer Weiſe nicht nur offen, ſondern ſetzt ſich auch in die aus der Aderhaut hervorwachſende Regenbogenhaut (Iris) fort, wo dann der Spalt eine wahre Lücke darſtellt, welche von den Augenärzten mit dem Namen des Colobom's der Iris bezeichnet worden iſt.

Unterſucht man alſo das Auge eines Embryo's aus der frühſten Zeit, ſo zeigt ſich dies in folgender Weiſe zuſammengeſetzt. Es exiſtirt eine äußere Hülle, welche Hornhaut, weiße Haut, Gefäßſchicht der Aderhaut und Muskeln zuſammen in ſich enthält und eine anſehnliche Dicke beſitzt. Hart an der Wand

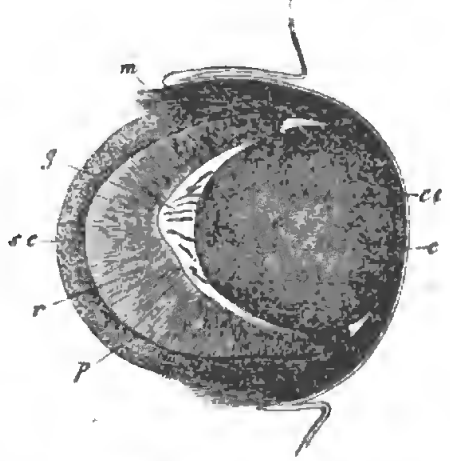


Fig. 92. Stark vergrößertes Auge eines Kalbsembryo's. e. e. Zellenüberzug des Auges (Oberhaut). (c. Hornhaut, sc. Sclerotica und Gefäßſchicht der Aderhaut, m. Muskeln) zu einer gemeinſamen Hülle verſchmolzen. e. Linſe. g. Glaskörper p. Schwarzes Pigment.

dieſer Hülle liegt die ungeheuer große Linſe, hinter dieſer der Glaskörper mit Blutgefäßen durchzogen und hinter dieſem die ungemein dicke, becherförmige Netzhaut. Später, wenn die Differenzirung der Aderhaut vollendet iſt, findet man auch noch keine vordere Augenkammer wie bei dem Erwachſenen, keine Iris in Geſtalt eines beweglichen ſenkrechten Vorhanges, ſondern man ſieht, daß die weit ausgeſchnittene Aderhaut unmittelbar an der äußeren Augenhaut anliegt, daß die Linſe mit der inneren Fläche der äußeren Augenhaut in Berührung iſt und in ihrer Peripherie von dem ausgeſchnittenen Rande des in der Choroidea ausgeſchnittenen Sehloches berührt wird. Es beginnt nun die genauere Differenzirung der Hornhaut und der Sclerotica als äußere Hüllen des Augapfels, die im Anfange von der umgebenden Bildungsmaſſe nicht gehörig getrennt werden konnten und bei

ihrem erſten Auftreten einander ſehr ähnlich ſehen, weil die Sclerotica anfangs ganz durchſichtig iſt, wie die Hornhaut, und erſt ſpäter ihre eigenthümlichen Faſern ſich ausbilden.

Die letzte Bildung des inneren Augapfels bezieht ſich auf das Zurückweichen der Linſe nach dem Grunde des Auges hin und die damit verbundene Entwickelung der vorderen Augenkammer, der Iris und der Häute, welche bei dem Embryo die Pupille verſchließen und mit der Kapſelwand in Verbindung ſetzen. Der freie Vorhang der Iris entſteht offenbar auf die Weiſe, daß der vordere Rand der Choroidea ſich theilweiſe von ſeiner Berührung mit der Hornhaut ablöſt und zuerſt ſägenartige Falten und Vorſprünge entſtehen läßt, die ſich auf die Linſenkapſel auflegen und die Ciliarfortſätze bilden. Dann erſt wächſt an dem inneren Rande des Ringes die Iris als anfangs durchſichtiges Häutchen hervor, das ſich ſtets mehr vergrößert und dann auch Farbeſtoff erhält. Sobald die Iris gebildet iſt, wird ihre mittlere Oeffnung, die Pupille, mittelſt einer durchſichtigen aber gefäßreichen Haut verſchloſſen, die ſich bis gegen die Geburt hin erhält und erſt zu dieſer Zeit allmählich durch Aufſaugung verſchwindet. Dieſe Haut, welche den Namen der Pupillarmembran trägt, iſt eigentlich nur der vordere Theil eines Sackes, der nach Innen durch das Sehloch hindurch auf die Linſenkapſel ſich fortſetzt und dieſe gänzlich umhüllt. Dieſer gefäßreiche Sack, den man den Kapſel-Pupillarſack genannt hat, deſſen Exiſtenz heftig beſtritten wurde, aber jetzt mit der evidenteſten Gewißheit dargethan iſt, bildet ſich ebenfalls allmählich gegen die Geburt hin zurück und verliert ſich vollſtändig. Da er die Linſe gänzlich umhüllt und nach vorn hin zu der Pupille gehend an dem Rande derſelben ſich befeſtigt, ſo ſcheint ſeine Entſtehung mit dem Zurückweichen der Linſe in gewiſſer Beziehung zu ſtehen, die noch nicht näher ermittelt iſt.

Ueberblicken wir die Entſtehungsgeſchichte des Augapfels noch einmal im Ganzen, ſo ſehen wir, daß die verſchiedenen Theile deſſelben in durchaus verſchiedener Weiſe ſich ausbilden, und daß fünf verſchiedene Organanlagen ſich mit einander com-

biniren, um die ſo verwickelte Bildung des Augapfels herzuſtellen: die Netzhaut mit dem Sehnerven, der Glaskörper, die Linſe mit ihrer Kapſel, die Aderhaut mit der Iris, die Hornhaut mit der Sclerotica, entſtehen alle geſondert für ſich und in unabhängiger Weiſe von einander.

Bis zu dem Anfange des dritten Monates etwa liegen die Augen noch ganz frei an der äußeren Fläche des Kopfes und die äußere Haut geht glatt über ſie weg. Die Augenlider beginnen dann ſich in Form zweier ſchmaler Hautfalten zu zeigen, die ſich ſchnell vergrößern, über die vordere Fläche des Augapfels hinüber einander entgegen wachſen, ſchon gegen Ende des dritten Monates den Augapfel ganz bedecken und ſogar in der Augenlidſpalte mit einander verwachſen. Bei dem menſchlichen Embryo löſt ſich dieſe Verwachſung ſchon ziemlich lange vor der Geburt. Bei vielen Thieren hingegen, wie z. B. den Fleiſchfreſſern, kommen die Jungen mit geſchloſſenen Augen zur Welt und öffnen ſie erſt einige Tage nach der Geburt.

Das Ohr und zwar das innere Ohr oder das Labyrinth zeigt ſich in ſeiner erſten Anlage auf jeder Seite des Nackens als ein vollkommen rundes, waſſerhelles Bläschen, das eine dicke Wandung hat, welche unter dem Mikroſkop ſich als Ring darſtellt. Jedes Bläschen iſt vollkommen kugelig und durchaus abgeſchloſſen von der Nachhirnzelle, zu deren Seiten es liegt. Man glaubte früher, das urſprüngliche Ohrbläschen verdanke ſeine Entſtehung einer ähnlichen Wucherung, wie diejenige, welche dem Rudimente der Augen das Daſein giebt. Neuere Unterſuchungen haben indeſſen nachgewieſen, daß das Bläschen, ähnlich wie die Linſe, aus einer Einſtülpung der Haut entſtehe, daß es zuerſt eine Grube, dann einen nach Außen mündenden Beutel, endlich einen geſchloſſenen Sack darſtelle, alſo von Anfang an durchaus iſolirt ſei und erſt ſpäter durch einen hohlen, ſelbſtſtändig entſtehenden Stiel, den Gehörnerven, mit dem Nachhirne in Verbindung trete. Da der Kopf bei dem Embryo verhältnißmäßig

ungeheuer groß ist und sich erst später durch Verkürzung seiner Basis zusammenschiebt, so scheint das Ohrsäckchen anfangs ungemein weit von der Augenblase entfernt. Es begegnet jungen Embryologen sehr häufig, die Kopfbeuge, welche sich doch erst in der Mitte des Kopfes befindet, für dessen Ende zu halten, und sich dann zu wundern, daß die beiden primitiven Ohrbläschen so weit hinten am Halse liegen, während sie in der That unmittelbar neben dem Anfange des Nachhirnraumes fast senkrecht über dem vorderen Ende des Herzens sich befinden; eine Lagerung, die sich durch die starke Ueberbeugung des Kopfes gegen die Brust hin erklärt.

Das Ohrbläschen wächst sehr rasch nach allen Seiten hin aus und verwandelt allmählich seine kugelige Gestalt in diejenige einer dreiseitigen Pyramide, deren Spitze nach oben gekehrt ist. Die obere Spitze dieser Pyramide schnürt sich nun an ihrer Basis etwas von dem Ohrbläschen ab und bildet eine besondere Höhle, die sich lange Zeit erhält, später aber spurlos zu verschwinden scheint. Das Ohrbläschen, das wir nun schon das Labyrinth heißen können, wächst nun aus, treibt an seiner, dem erwähnten Fortsatze entgegengesetzten Seite zuerst einen beutelförmigen Anhang hervor, der sich nach und nach zur Schnecke umgestaltet, bildet zugleich an der Stelle der späteren Kanäle erst rundliche Erweiterungen und Ausfackungen, die in der Mitte verwachsen, sich abschnüren und so die drei Bogengänge oder halbzirkelförmigen Kanäle aus dem ursprünglichen Ohrbläschen hervorgehen lassen, während die Basis der Pyramide als Säckchen überbleibt und den Vorhof des Labyrinthes bildet. Es steht mit dieser Ansicht die Bildung der Kanäle selbst in Einklang, welche im Anfang kurz, verhältnißmäßig sehr weit, nur sehr wenig gebogen, nur durch geringe Zwischensubstanz von einander getrennt sind und dem Vorhofe eng anliegen. Gleichzeitig entwickelt sich auch aus der Schädelbasis selbst eine wuchernde Zellenmasse, die später Knorpel wird, das Gehörorgan umhüllt und sich zwischen die einzelnen Theile desselben gewissermaßen eindrängt. Mit der Zunahme dieser knorpeligen Zwischen-

ſubſtanz entwickelt ſich die Biegung der Kanäle immer mehr, während die Kanäle ſelbſt zugleich dünner und ſchlanker werden. Nur die Einmündungsſtellen der Kanäle in den Vorhof bleiben in ihrer urſprünglichen Weite und ſacken ſich ſogar aus, um die Ampullen zu bilden. Auf dieſer Stufe der Bildung bleibt bei den meiſten Fiſchen das Ohr Zeitlebens ſtehen, indem es bei dieſen Thieren nur aus den halbzirkelförmigen Kanälen, dem Vorhofe und einem unteren Kalkſacke beſteht, der größtentheils dem Hörnerven zur Ausbreitung dient. Dieſes ganze Ohr bleibt ſtets in den Knochen und Knorpeln des Kopfes verborgen und erhält nie äußere Theile. Bei den höheren Thieren bildet ſich an dem urſprünglichen Ohrlabyrinthe zuerſt noch die ſtumpfe Kapſel der Schnecke, deren genauere Ausbildung wir hier nicht weiter verfolgen können.

Das mittlere und äußere Ohr, welche der Zuleitung der Schallſtrahlen beſtimmt ſind, entwickeln ſich ganz abgeſondert von dem inneren Ohr aus den urſprünglichen Kiemenbogen und Kiemenſpalten des Embryo's. Wir werden ſpäter ſehen, daß der Embryo der höheren Thiere in der That bei der erſten Entwickelung des Geſichtes und des Halſes dort förmliche Kiemenſpalten beſitzt, welche durch bogenartig gekrümmte Fortſätze, die Kiemenbogen, von einander getrennt ſind. Der vorderſte dieſer Kiemenbogen wird großentheils zum Unterkiefer, und das obere Ende der Spalte, welche ihn von dem zweiten Kiemenbogen trennt, bildet ſich zum mittleren und äußeren Ohr um. Dies ſcheint auf den erſten Anblick kaum glaublich, und in der That haben erſt die Unterſuchungen der neueren Zeit dieſe Vorgänge mit größerer Beſtimmtheit kennen gelehrt. Betrachtet man den Schädel eines Erwachſenen, an welchem der Unterkiefer abgenommen iſt, ſo ſieht man hinter der äußeren Ohröffnung eine länglich griffelartige Spitze herabgehen, an welcher urſprünglich das Zungenbein befeſtigt iſt, und die ſelbſt einen Theil des Schläfenbeines ausmacht, in welchem das mittlere Ohr vergraben liegt. Stellt man ſich nun vor, daß der Unterkiefer, ſtatt beweglich in ſeinem Gelenke aufgehängt zu ſein, in demſelben angewachſen

wäre, ſo würde man zwiſchen dem Unterkiefer und dem Griffelfortſatze eine Spalte ſehen, die in den hinteren Theil der Rachenhöhle führt, und über deren oberem Ende ſich der Gehörgang und das mittlere Ohr befänden. Es bedürfte nur eines Hammerſchlages, um mit dem Meiſel dieſe geſchloſſene Trommelhöhle zu öffnen und in das obere Ende der Spalte zu verwandeln. Eine ſolche Bildung findet ſich aber Anfangs beim Embryo. Statt eines beweglich angehefteten Unterkiefers findet ſich ein Streifen von Bildungsmaſſe, welcher ununterbrochen von der Schädelbaſis aus nach unten ſich fortſetzt. Statt eines mehrfach gegliederten Zungenbeinhorns und eines Griffelfortſatzes findet ſich ein zweiter ſolcher Streifen von Bildungsmaſſe, der von dem erſten durch eine tiefe Spalte getrennt iſt, welche in die Rachenhöhle führt.

Das obere Ende dieſer Spalte ſchließt ſich nun durch Wucherung der Bildungsmaſſe ab und bildet eine Röhre, die von Außen nach Innen führt und durch die beſondere Entwickelung der Theile im Knie gebogen wird. Das Knie ſelbſt erweitert ſich blaſenartig und wird zur Trommelhöhle, das äußere Anſatzſtück wird äußerer Gehörgang, das innere nach der Rachenhöhle führende Stück Euſtachiſche Trompete. Die Knöchelchen des inneren Ohres entſtehen theils aus den beiden Kiemenbogen ſelbſt, theils aus der Bildungsmaſſe, welche das mittlere Ohr von dem unteren Theile der Kiemenſpalte abſchließt. Der Hammer mit dem Ambos entſtehen aus dem erſten Kiemenbogen, und erſterer bildet, wie wir ſehen werden, gleichſam die Grundlage des ganzen Unterkiefers; — der Steigbügel bildet ſich aus dem zweiten Kiemenbogen und iſt nichts anderes als die abgelöſte obere Fortſetzung des Griffelfortſatzes; — der Trommelfellring endlich nebſt dem Trommelfelle entwickeln ſich aus dem Schließungsmaterial der Kiemenſpalten.

Das äußere Ohr bildet ſich aus einer Hautfalte, die ſich allmählich mehr und mehr erhebt, und die Form der Muſchel annimmt, die wir bei dem Erwachſenen kennen.

Es geht aus dem Gesagten zur Genüge hervor, daß auch das Ohr seiner Entstehung nach ein complicirtes Organ sei, welches sich im Laufe der Entwickelung aus mehreren anfänglich streng geschiedenen Theilen zusammensetzt. Das Labyrinth entsteht selbstständig für sich als Einstülpung der äußeren Haut; die Nervensubstanz kommt ihm von Innen her entgegen und bildet sich in dasselbe als Hörnerve hinein, während das mittlere Ohr von Außen her sich an das Labyrinth anlegt und mit ihm verbindet. Wollte man nach Vergleichungspunkten zwischen dem Ohre und dem Auge suchen, so würde man erkennen müssen, daß das Linsensystem in ähnlicher Weise sich von Außen nach Innen fortschreitend entwickelt, wie das Labyrinthbläschen, daß aber für die Entstehung des Hörnerven die Analogie im Auge fehlt, während die Bildung des mittleren und äußeren Ohres mit derjenigen der Augenlider einige, wenn auch nur sehr entfernte Aehnlichkeit besitzt.

Die Nase zeigt sich zuerst in Form zweier meist länglich eiförmiger Grübchen, welche an der vorderen Fläche des Kopfes nahe an der Mittellinie sich befinden. Eine Linie, welche man von einer Augenblase zur andern ziehen würde, träfe auf diese beiden äußeren Nasengruben, die Anfangs ganz flach und sogar durch ihre aufgewulsteten Ränder etwas über die Fläche des Kopfes erhaben sind. Einer jeden dieser grubenförmigen Einsenkungen wächst von der unteren Fläche der Hemisphären, und zwar von der Stelle, wo sich auf dem Boden der Großhirnzelle der Streifenhügel erhebt, ein kolbenartiges Gebilde entgegen, welches sich allmählich der inneren Seite der Nasengrube nähert, mit dieser verwächst und dann den Riechnerven darstellt. Die erste Anlage der Nase wird demnach jederseits aus einer äußerlichen, nach hinten geschlossenen Grube gebildet, an deren Innenfläche die hohlen Riechnerven ansitzen.

Es ist durch die neueren Untersuchungen zur völligen Gewißheit erhoben worden, daß diese Nasengruben nicht den äußeren Nasenöffnungen, sondern vielmehr dem Orte entsprechen, wo der Riechnerv durch die Siebbeinplatte an die Nasenschleimhaut herantritt, und daß demnach die ganze äußere Nase und die nach hinten sich öffnenden Nasengaumengänge um diese ursprünglichen Nasengruben herumgebildet werden und gleichsam einem Vorbaue derselben entsprechen. Zuerst setzen sich die Nasengruben mittelst einer seichten Furche, die an ihrer unteren Fläche in schiefer Richtung sich hinzieht und die man die Nasenfurche genannt hat, mit der Mundhöhle in Verbindung. Zugleich wächst die wallartige Umgrenzung der Nasengrube besonders oben wulstig hervor und bildet einen äußeren und einen inneren Nasenfortsatz, die sich mit dem Oberkiefer einerseits und mit einer von der Stirn herabsteigenden, zapfenartigen Verlängerung, dem Stirnfortsatze, verbinden und so die ursprüngliche Nasenfurche in einen, nach innen in die Mundhöhle sich öffnenden Nasengang umwandeln, welcher später durch Anbildung des Gaumens noch nach hinten verlängert wird.

Aus der Bildungsweise des knöchernen Gaumens durch allmähliches Vorwachsen nach Innen erklärt sich sehr leicht eine Mißbildung, die man unter dem Namen des Wolfsrachens kennt. Sehr häufig nämlich entwickelt sich der Oberkiefer nur unvollständig. Er erreicht nicht die innere Scheidewand der Nasengruben, und es bleibt dann eine Längsspalte, welche die Mundhöhle mit der Nasenhöhle in Verbindung setzt. Eine äußere Andeutung dieser unvollständigen Vereinigung ist die Hasenscharte, welche zuweilen doppelt, meist nur auf einer Seite entwickelt ist.

Fünfundzwanzigster Brief.

Das Skelett.

Die Entstehung der ersten Anlage des Skelettes führt auf die früheste Zeit der embryonalen Entwickelung zurück, nämlich zu derjenigen Epoche, wo sich in dem serösen Blatte der Keimhaut die Primitivrinne gebildet hat, innerhalb welcher, wie wir gesehen haben, das Nervensystem sich ausbildet. Unmittelbar nach dem Auftreten dieser Rinne erblickt man in der Längenaxe des Körpers einen mehr oder minder dunkeln cylindrischen Strang, der den Boden der Primitivrinne zu bilden scheint, in Wahrheit aber auch nach oben von einer geringen Menge embryonaler Substanz bedeckt ist. Man nennt diesen Strang, der durchaus cylindrisch ist, die Rückensaite oder Chorda. Sie zeigt sich bei allen Embryonen äußerst früh, bildet sich aber bei den niedern Wirbelthieren weit mehr aus, als bei den Säugethieren. Sie entsteht auf die Weise, daß anfänglich mit dunkeler Körnermasse gefüllte Zellen sich linear aneinanderreihen und später zu einer homogenen Masse zusammenschmelzen. In dieser Masse entwickeln sich nun kleine, vollkommen durchsichtige, wasserhelle Zellen, die sich allmählich mehr und mehr vergrößern, die körnige Ursubstanz verdrängen und so dem Strange ein vollkommen durchsichtiges Ansehen geben; daher kommt es denn auch, daß die Chorda unmittelbar nach ihrem Entstehen dunkeler erscheint, als die umgebende Embryonalmasse, während in späterer Zeit gerade der umgekehrte Fall eintritt.

Zu gleicher Zeit, wie sich diese Zellenmasse in der Chorda selbst entwickelt, differenziren sich auch von Außen um dieselbe eigenthümliche vierseitige dunkle Flecken, welche stets paarig erscheinen und sich vermehren und deren erste Spuren den hinteren Halswirbeln entsprechen. Man nennt diese würfelförmigen Stücke die Urwirbel. Sie bestehen aus dunkler körniger Zellenmasse und sind offenbar eine Differenzirung des mittleren Bewegungsblattes, aus dem mehrere Gebilde hervorgehen.

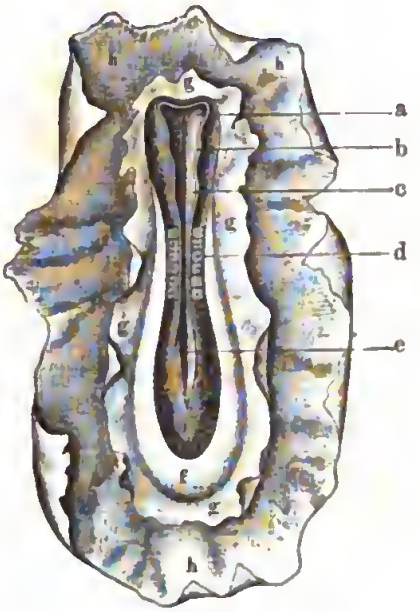


Fig. 93.

Die Embryonalanlage in einem Hundeei, etwa 20 Tage nach der Befruchtung. Der über die Keimblase mit der Bauchfläche hingebogene, werdende Embryo ist losgelöst und mit den ihn umgebenden Häuten flach ausgebreitet worden, daß man ihn vom Rücken aus sieht. Die Primitivrinne klafft noch weit auseinander — sie ist überall mit einem hellen Streifen umgeben, der ersten Ablagerung von Substanz an den Wänden der Rinne. In der Tiefe der Rinne sieht man die Rückensaite als dunkleren Streifen. a. Vorderhirn. b. Mittelhirn. c. Hinterhirn — alle drei noch in Gestalt von Ausbuchtungen der Primitivrinne. e. Lanzettförmige hintere Erweiterung der Primitivrinne. (Rhombische Bucht, sinus rhomboidalis.) d. Urwirbel. f. Peripherischer Theil des Embryo (Bauchplatten), in deren Umkreis das animale Blatt g. und das vegetative Blatt h. mit einander zusammengeheftet sind. i. Körper des Embryo (Rückenplatten).

In der That spaltet sich zuerst der Urwirbel durch Bildung einer inneren Höhle in zwei Theile, eine obere Muskelplatte und eine untere eigentliche Wirbelplatte, welche letztere dann nicht nur die Chorda, sondern auch das Rückenmark nach und nach umwächst und, Anfangs häutig, in dieser Weise eine häutige Wirbelsäule und häutige Wirbelbogen bildet, welche indessen ohne Gliederung als Scheide um die Chorda und als Rohr um das Rückenmark sich zeigen. In diesen continuirlichen Röhren differenziren sich nun die knorpeligen Grundlagen der Wirbelkörper, der Wirbelbogen, welche nicht mit einander zusammenfallen, der Wurzeln und Ganglien der Rückenmarksnerven, und zwar so schnell, daß beim Menschen schon in der achten Woche die Wirbelkörper knorpelig sind, während die Verknöcherung der Wirbelsäule im Anfange des dritten Monats beginnt. Die Reste der Chorda lassen sich noch lange im Inneren der Wirbelkörper und der Zwischenwirbelbänder gewahren, selbst nach der Geburt.

Jeder Wirbelkörper bildet demnach in seinem ursprünglichen Zustande einen Ring um die Chorda, der bei den höheren Wirbelthieren zu beiden Seiten angeschwollen ist. Bei dem ferneren Fortwachsen des Wirbelkörpers nach Innen wird die von ihnen umschlossene Chorda allmählich verdrängt und bei den höheren Wirbelthieren fast gänzlich verzehrt, während sie bei den Fischen noch als gallertartige Substanz in den Höhlungen der Wirbelkörper übrig bleibt. Bei den Fischen und nackten Amphibien zeigt sich indeß auch noch der Unterschied in der Entwickelung der Wirbelkörper, daß dieselben nicht zu beiden Seiten der Chorda in Gestalt quadratischer Plättchen auftreten, sondern daß sie gleich vom ersten Augenblicke an vollständige Ringe um die Chorda bilden, welche überall eine gleichmäßige Dicke besitzen.

Ferner sondern sich auch in der Embryonalmasse, welche die Bauchwände bilden soll, selbstständige Skelettstückchen aus, welche sich bogenförmig nach unten krümmen und die Eingeweide zu umfassen streben. Auch diese Stücke, welche je nach den einzelnen Wirbeln zu Rippen, queren oder schiefen Fortsätzen werden, entstehen selbstständig für sich in dem Bewegungs-

blatte der Embryonalsubstanz und vereinigen sich erst später mit dem Wirbelkörper. Man hat öfter die Entstehung der Wirbel und der Wirbelfortsätze in der Art dargestellt, als entstehe zuerst der Wirbelkörper und als strahlten dann aus diesem centralen Punkte die einzelnen Fortsätze hervor und krümmten sich bogenförmig einerseits nach oben um das Rückenmark, anderseits nach unten um die Eingeweide und die großen Gefäße herum, so daß also das Schema des Wirbeltypus eine 8 sei, in deren Verschlingungspunkt der Wirbelkörper liege, während nach oben und unten hin die Fortsätze zur Umfassung der angegebenen Theile vorhanden wären. Das Bild ist allerdings richtig; — die Entstehungsweise der 8 aber darin verschieden, daß jedes Stück für sich selbstständig entsteht und erst später mit den andern zusammenschießt.

Die wesentliche Bedingung zur Entstehung eines Wirbels ist die Chorda, und man kann als Grundsatz aussprechen, daß nirgends ein Wirbelkörper sich entwickelt, wo nicht vorher eine Chorda ihm als Grundlage gedient habe. Deshalb sieht man auch bei den Embryonen, deren Hintertheil sich zu einem Schwanze verlängert, die Chorda nach und nach in den Schwanz sich fortsetzen und dort gleichsam die Wirbelbildung anregen. Bei vielen Thieren bleibt die Chorda das ganze Leben hindurch in dem ursprünglichen embryonalen Zustande. Das niederste Wirbelthier, welches man bis jetzt kennt, der Amphioxus, besitzt gar keinen andern Skeletttheil. Bei den Lampreten und Neunaugen, sowie bei den Stören gesellen sich zu dieser persistirenden Chorda selbstständige knorpelige Bogenstücke, und wenn man die Reihe der Wirbelthiere aufwärts verfolgt, so lassen sich alle Stadien der Entwickelung, welche man bei den Embryonen kennt, in dem Baue der Wirbelsäule erwachsener Thiere nachweisen.

Wir haben oben bemerkt, daß die vorderste Wirbelplatte unmittelbar hinter dem Ende der Nachhirnzelle sich zeigt. Die Chorda ragt indeß weiter nach vorn über diesen ersten Wirbelkörper des Halses hinaus. Ihr vorderes Ende, das wie ein zugespitzter Pfahl in der umgebenden Embryonalmasse steckt, findet

ſich zwiſchen den beiden Ohrbläschen in der Gegend, wo die Blaſe des Mittelhirnes beginnt. Man hat noch nie einen Embryo entdeckt, bei welchem das vordere Ende der Chorda weiter nach vornen über das Mittelhirn hinausgeragt hätte.

Die Embryonalmaſſe, in welcher die Spitze der Chorda ſteckt und die wir als Belegungsmaſſe bezeichnen können, ſetzt ſich in die weichen Maſſen fort, welche das Gehirn umhüllen und bildet ſo einen häutigen Primordialſchädel, der durchaus keine Abtheilungen noch Spalten zeigt und auch von den umgebenden Zellenlagen nicht wohl getrennt werden kann.

Aus dem häutigen Primordialſchädel entwickelt ſich nun durch Differenzirung der Elemente der Gewebe der knorpelige Primordialſchädel in folgender Weiſe.

Die Belegungsmaſſe der Chorda, in welcher, wie wir oben geſehen haben, die erſten Wirbelanlagen ſich differenziren, bildet von dem vorderen Ende der Wirbelſaite aus zwei eigenthümliche, geradeaus gerichtete Fortſätze, welche ſich um den Hirnanhang herumkrümmen und vor demſelben zuſammenſtoßen. Dieſe beiden Fortſätze, welche cylindriſch ſind und die ſeitlichen Schädelbalken genannt werden, gehen von einer etwas breiteren Platte der Belegungsmaſſe der Chorda aus, welche unter der Nachhirnzelle ſich entwickelt. Sie ſtellen in ihrer Geſammtheit mit der Chorda etwa die Figur einer Raquette dar, wie man ſie zum Schlagen des Federballes benutzt. Der Stiel dieſer Raquette wird von der Chorda, die Seitentheile von den beiden ſeitlichen Schädelbalken repräſentirt. Von der breiteren Platte, welche man die Nackenplatte nennt, erhebt ſich ſenkrecht ein knorpeliger Sporn, der in die Stelle der Kopfbeuge zwiſchen zweiter und dritter primitiver Hirnzelle eindringt und gleichſam die Axe bildet, um welche dieſe Kopfbeuge ſich herſtellt. Dieſer Sporn, den man den mittleren Schädelbalken genannt hat, entſpricht dem Kleinhirnzelte und verknöchert nicht, während die ſeitlichen Schädelbalken eine wichtige Rolle in der ſpäteren Entwickelung des knöchernen Schädels ſpielen.

Um das ganze Gehirn differenzirt ſich eine Schicht von Knorpelſubſtanz, welche eine continuirliche Kapſel bildet, die die Nervenſubſtanz von allen Seiten her einhüllt. Dieſe knorpelige Gehirnkapſel ſteht mit den eben angeführten Theilen, namentlich mit der raquettenförmigen Schädelbaſis, in keiner organiſchen Verbindung und läßt ſich leicht von denſelben loslöſen. Sie bildet ein continuirliches Ganze, und man kann ſich nicht beſſer eine Vorſtellung davon verſchaffen, als wenn man den Schädel eines Haifiſches unterſucht. Dieſer iſt ebenfalls ein aus dem Ganzen gegoſſenes Stück, welches das Gehirn von allen Seiten umhüllt und keinerlei Abtheilungen zeigt. Ebenſo verhält ſich auch die primitive Gehirnkapſel des Embryo; — ſie beſteht aus einem einzigen Stücke, welches auf den Schädelbalken aufliegt, ohne Anfangs ſelbſt mit denſelben zu verwachſen.

Man ſieht aus dieſer Darſtellung, daß der primitive Schädel des Embryo aus ſehr verſchiedenen Stücken zuſammengeſetzt iſt, die vollkommen getrennt von einander beſtehen, und ſomit auch nicht einem und demſelben Entwickelungstypus angehören können. Mit der Chorda oder dem Wirbelſyſteme in näherer Beziehung ſtehen allein die ſeitlichen Schädelbalken, die Nackenplatte, von welcher die Schädelbalken ausgehen, und die Geſichtsplatte, in welcher ſie ſich unmittelbar vor dem Gehirnanhange wieder vereinigen. Die knorpeligen Kapſeln des Gehirnes, der Gehörorgane und der Naſe ſind in ihrer Anlage dem Wirbelſyſteme durchaus fremd und haben mit demſelben auch nicht das Geringſte gemein. Wenn man die Entwickelung der einzelnen Theile des knöchernen Schädels verfolgt, ſo iſt aus dieſem Grunde wohl darauf zu achten, aus welcher dieſer verſchiedenen knorpeligen Grundlagen ein ſpecieller Knochen hervorgehe, da ſich hieraus von ſelbſt ein Schluß über die Natur und die Beziehung eines jeden einzelnen Knochens ergiebt.

Im Allgemeinen muß hier bemerkt werden, daß jedem oder wenigſtens den meiſten Knochen eine knorpelige Grundlage vorangeht, auf deren Koſten ſich erſt die Knochenſubſtanz entwickelt. Ich habe geſagt, den meiſten Knochen, weil man ſchon einige

Beispiele von Knochen kennt, die unmittelbar, ohne vorläufige Bildung einer knorpeligen Grundlage, aus der embryonalen Bildungsmasse hervorgehen. Daß die Verknöcherung nicht durch Umwandlung des Knorpelgewebes in Knochengewebe geschieht, sondern daß vielmehr überall, wo Knochenpunkte sich bilden, dieselben aus Bindegewebe hervorgehen und durch ihre Vergrößerung das sie begränzende Knorpelgewebe verdrängen, indem sie seine Schmelzung und Aufsaugung bewirken, scheint aus den Untersuchungen der Neuzeit als allgemeines Gesetz hervorzugehen. Wenn demnach auch die embryonalen knorpeligen Grundlagen durchaus dieselbe Gestalt haben, wie die nachfolgenden Knochen (was indessen selten der Fall ist), so hat sich dennoch das Knorpelgewebe nicht in Knochen umgewandelt, sondern ist durch das Knochengewebe ersetzt worden. Indessen findet, wie gesagt, diese Ersetzung in derselben Form selten statt, indem die knorpeligen Grundlagen meist continuirliche Massen darstellen, welche die Verknöcherung, die aus einzelnen Knochenpunkten hervorgeht, in Stücke zerlegt.

Man hat früher auf das Erscheinen dieser Knochenpunkte vieles Gewicht gelegt, nach mancherlei Streitigkeiten über deren Zahl und Lagerung in den einzelnen knorpeligen Elementen aber bald einsehen müssen, daß diese Untersuchungen nur sehr wenige Resultate liefern konnten, welche von allgemeinerem Interesse wären. Nicht minder hat man sich vielfältig abgequält, um die Epoche, in welcher die einzelnen Knochen bei dem menschlichen Fötus verknöchern, zu bestimmen, und hat sich dabei überzeugt, daß die Verknöcherung durchaus nicht in derselben Reihenfolge geschieht, als die knorpeligen Grundlagen auftreten, und daß demnach manche Stücke des Skelettes sehr lange knorpelig bleiben, während andere fast unmittelbar nach ihrem Erscheinen verknöchern oder selbst ursprünglich als Knochen auftreten.

Die raquettenförmige Grundlage, die aus den seitlichen Schädelbalken und deren Endplatten und Anfangsplatten besteht, umfaßt von allen Seiten den Hirnanhang, der, wie wir oben sahen, aus einer Aussackung der Mundschleimhaut hervorgegangen

iſt. Betrachtet man den knöchernen Schädel eines Erwachſenen, von welchem die Decke abgehoben iſt, ſo daß man die innere Fläche, auf welcher das Gehirn ruht, erblicken kann, ſo ſieht man, daß der Hirnanhang in einer tiefen Grube des Keilbeines verborgen liegt, welche man den Türkenſattel genannt hat. Dieſe Grube entſpricht alſo ohne Zweifel dem Raume, in welchen das vordere Ende der Chorda frei vorragt, und der von den beiden ſeitlichen Schädelbalken umſchloſſen iſt. Der Türkenſattel iſt mit einem Worte der Reſt jenes ſenkrechten Loches, durch welches die Mundſchleimhaut ſich beutelartig hervorſtülpt, um den Hirnanhang zu bilden. Dieſes Loch iſt anfangs bedeutend größer als der Hirnanhang, verengert ſich aber allmählich um denſelben durch Verknöcherung der ſeitlichen Schädelbalken, die auf dieſe Weiſe in dem knöchernen Schädel einen einzigen Knochen, den Körper des Keilbeines, bilden. Der Körper des Keilbeines umfaßt demnach niemals einen Theil der Wirbelſaite; er ſtellt vielmehr eine horizontale Platte dar, welche anfangs durch ein ſenkrechtes Loch in der Mitte durchbohrt war. Die Entwickelung des Keilbeinkörpers hat ſonach nicht die mindeſte Aehnlichkeit mit der normalen Entwickelung eines Wirbelkörpers, wenn man auch anerkennen muß, daß der Keilbeinkörper aus der über die Chorda hinaus verlängerten Belegungsmaſſe der Wirbelſaite entſtanden iſt.

Vollſtändigen Wirbeltypus bietet in ſeiner Entſtehung das Hinterhauptbein dar. Der Körper deſſelben entwickelt ſich als Ring um die Chorda, die er nach und nach umſchließt und gänzlich abſorbirt. Die Seitentheile, welche das verlängerte Mark umfaſſen, entſtehen, wie die Bogenſtücke der Wirbel, als getrennte Stücke in dem Umhüllungsrohr des verlängerten Markes.

Der vordere Theil der knorpeligen Schädelbaſis, in welchem ſich die beiden ſeitlichen Schädelbalken vereinigen, ſtellt anfänglich eine ſchmale Platte dar, welche kaum breiter iſt, als die Schädelbalken ſelbſt. Dieſe Geſichtsplatte verknöchert ebenfalls ſo wie die ſeitlichen Balken, und bildet einen Knochenkern, der ſehr bald mit dem eigentlichen Keilbeine verwächſt, zuweilen aber als vorderer Keilbeinkörper getrennt bleibt. Die von der

Chorda ausgehende Belegungsmasse bildet also einzig und allein in dem knöchernen Schädel das Hinterhauptbein und die nächste Umgebung des Türkensattels, so wie dessen Boden. Die große Mehrzahl der Schädelknochen hat durchaus nicht das Mindeste mit dieser von der Belegungsmasse der Chorda ausgehenden knorpeligen Schädelbasis zu thun, ein Umstand, auf welchen wir sogleich ausführlicher zurückkommen werden.

Ein zweites primitives Gebilde waren die beiden Knorpelkapseln, welche die Gehörblasen umhüllen. Diese verknöchern durchaus für sich und bilden das Felsenbein, welches bei dem Neugeborenen noch als vollständig getrennter Knochen existirt und später erst mit den Schläfenbeinen verwächst. Die Felsenbeine sind demnach ihrer Entstehung zufolge durchaus für sich bestehende isolirte Theile, die mit keinem andern Stücke des Skelettes in näherer Beziehung stehen.

Bei der Entwickelung der Nase schon wurde darauf aufmerksam gemacht, daß die ursprünglichen Knorpelkapseln, welche die Nasengruben umhüllen, eine isolirte Entstehungsweise zeigen und erst später in Verbindung mit anderen Knochen treten. Das Siebbein und die Nasenbeine, das Pflugscharbein und der Zwischenkiefer gehören ohne Zweifel dieser ursprünglichen knorpeligen Nasenkapsel an und stehen in keiner Beziehung weder zu der knöchernen Schädelbasis, noch zu der primitiven Gehirnkapsel.

Die Gehirnkapsel selbst verknöchert niemals, unter keinen Umständen, bei keinem Thiere. Es entwickelt sich nie ein Knochen in derselben, und die verschiedenen Stücke, welche das knöcherne Gewölbe des Schädels bilden, die Stirnbeine, die Scheitelbeine, die Schuppe des Hinterhauptes, die Schläfenbeine und die Flügel des Keilbeines sind besondere Knochen, sind Belegungsplatten, welche von außen her sich auf die knorpelige Gehirnkapsel gleichsam niederschlagen und eine äußere Knochenkapsel bilden, welche die innere Knorpelkapsel vollständig einschließt und allmählich durch ihr fortdauerndes Wachsthum zu Grunde richtet. Man

kann bei Embryonen zu gewiſſen Zeiten die knorpelige Hirnkapſel, welche man auch den Primordialſchädel genannt hat, aus dieſen äußeren Belegungsplatten herausſchälen und mit leichter Mühe von den Knochen loslöſen. Bei vielen Fiſchen bleibt dieſe knorpelige Kapſel zeitlebens, und die genannten Knochen ſtets in ihrer urſprünglichen Beziehung zu derſelben. Man braucht, um ſich von dieſem Verhältniſſe zu überzeugen, nur den Kopf eines gekochten Hechtes zu unterſuchen. Das Kochen hat hingereicht, um die Faſern zu löſen, welche die Knochen mit den Knorpeln verbinden, und man wird ohne weiteres die meiſten Schädelknochen ablöſen können, und als Reſt eine innere Knorpelkapſel zurückbleiben ſehen, welche das Gehirn unmittelbar umhüllt. Wenn auch der Werth dieſer Thatſachen dadurch verringert wird, daß überhaupt kein Knorpel ſich direct in Knochen umwandelt, ſo iſt doch wenigſtens der Umſtand wichtig, daß die Grundknochen der Schädelbaſis ſich in der Belegungsmaſſe der Chorda bilden, die Belegungsplatten dagegen auf derſelben.

Die Entwickelung des Geſichtes und der dazu gehörigen Knochen iſt nicht minder complicirt, als diejenige des Schädels, und wo möglich iſt die Zerſplitterung der Uranlagen, aus welchen ſich die einzelnen Knochen hervorbilden, noch größer und mehr im Einzelnen durchgeführt. Während indeß bei der Anlage der Wirbelkörper und des Primordialſchädels die Ausbildung in der Mittellinie, um eine mittlere Axe, ein weſentliches Moment darſtellt, iſt im Gegentheile bei dem Geſichte die paarig ſymmetriſche Anlage und die Entwickelung von beiden Seiten her gegen die Mittellinie hin unverkennbar und dadurch erzeugt, daß alle Theile des Geſichtes urſprünglich dazu beſtimmt ſind, Ringe um das Anfangsſtück des Darmrohres, um den Munddarm zu bilden. Dieſe Ringe aber werden durch das allmähliche Gegeneinanderwachſen bogiger Stücke von Embryonalſubſtanz gebildet, die gegen die Mittellinie zu ſich krümmen und endlich in derſelben vereinigen.

Schon in früherer Zeit hatte man an ſehr jungen Embryonen ſeitlich am Halſe quere Spalten geſehen, ohne daß man

dieſer Beobachtung diejenige Aufmerkſamkeit ſchenkte, welche ſie verdient hätte. Später beſchäftigte man ſich genauer mit dieſer Erſcheinung; man erkannte, daß dieſe Querſpalten durch bogenförmige Streifen von einander getrennt ſeien, in welchen Gefäßbogen verliefen, die von dem Herzen aus nach oben ſich krümmten und unmittelbar unter der Chorda ſich vereinigten, um die großen mittleren Körperarterien zu bilden. In dieſer Anordnung erkannte man mit Recht große Aehnlichkeit mit Structurverhältniſſen, welche die Kiemen der Fiſche darbieten. Bei dieſen Thieren erblickt man, ſobald man die Kiemendeckel (die ſogenannten Ohren) aufhebt, in der Tiefe die Kiemen, welche durch ihre ſchön rothe Farbe allen Fiſchliebhabern bekannt ſind, da man an der hellen Röthe dieſer Theile erkennt, ob der Fiſch wirklich friſch ſei, oder nicht. Unterſucht man dieſe Kiemen näher, ſo findet man, daß ſie aus ſtrahlenartigen, ſpitzen Blättchen beſtehen, die auf knöchernen Bogen aufſitzen. Dieſe knöchernen, gegliederten Kiemenbogen ſind durch Spalten von einander getrennt, welche in die Mundhöhle führen. Man braucht bei dem erſten beſten Weißfiſche nur den Kiemendeckel abzuſchneiden und mit der Scheere die rothen Kiemenblättchen abzutragen, um eine Anſchauung dieſer knöchernen Bogen und der zwiſchen ihnen befindlichen Spalten zu erhalten. Ueber jeden dieſer Bogen läuft eine große, faſt unmittelbar aus dem Herzen entſpringende Arterie, die ſich an die Kiemenblätter vertheilt und wieder in einen Stamm ſammelt, der unmittelbar unter der Wirbelſäule mit demjenigen der entgegengeſetzten Seite ſich vereinigt und den Stamm der Aorta bilden hilft. Die Aorta entſteht alſo bei den Fiſchen aus den Gefäßen der Kiemenbogen, und alles Blut, welches aus dem Herzen ausgetrieben wird, muß durch dieſe Gefäße der Kiemenbogen laufen.

Ganz dieſelbe Structur findet ſich zu einer gewiſſen Zeit beim Embryo. Alles Blut läuft, indem es aus dem Herzen ausgetrieben wird, durch die Gefäßbogen der erwähnten krummen Streifen von Embryonalſubſtanz und vereinigt ſich nachher in der Mittellinie. Deshalb nannte man dieſe Streifen die Kiemen-

bogen, die sie trennenden Spalten die Kiemenspalten, um die Analogie anzuerkennen, welche in der Bildung dieser Theile offenbar gegeben ist. Zur Zeit jener Entdeckung war die Naturphilosophie noch in ihrer höchsten Blüthe, und es konnte nicht fehlen, daß diese Thatsache in mannichfacher Art der Richtung jener Zeit zufolge benutzt wurde; allein deshalb fiel es doch nie irgend einem Forscher in der Entwickelungsgeschichte ein, behaupten zu wollen, daß diese Kiemenbögen wirklich der Respiration dienten. Man wußte zu wohl, daß das Athmen der Fische eine Function der Capillarnetze ist, welche die Kiemenblättchen überziehen, hatte sich aber durch Beobachtung überzeugt, daß auf den Kiemenbogen der Embryonen höherer Thiere nie solche respiratorische Kiemenblättchen sich entwickelten. Es gleicht daher dem Gefechte Don Quixote's gegen die Windmühlen, wenn ein französischer Phantast in der Entwickelungsgeschichte, dessen wir schon früher erwähnten, eine große Abhandlung gegen die respiratorische Function dieser Kiemenbogen der Embryonen schrieb, da kein Mensch je eine Behauptung dieser Art aufgestellt hatte.

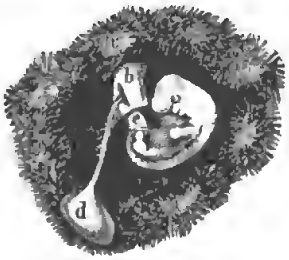


Fig. 94. Ein menschliches Ei etwa aus der fünften Woche der Schwangerschaft. Das Amnios ist abgeschnitten; das Chorion dagegen mit seinen Zotten und das Nabelbläschen nebst dem Embryo wohl erhalten. a. Chorion. b. Amnios, den Nabelstrang c. umhüllend. d. Nabelbläschen mit langem Stiele.

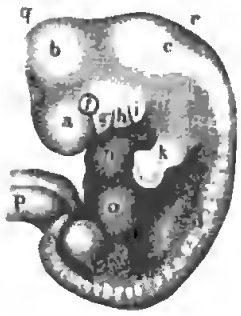


Fig. 95. Der Embryo dieses Eies stärker vergrößert. a. Vorderhirn. b. Mittelhirn. c. Hinterhirn. d. Wirbelsäule. e. Schwanz, anfangs stark entwickelt, später schwindend. f. Auge. g. Oberkiefer. h. Erster Kiemenbogen. i. Zweiter Kiemenbogen. k. Arm. l. Bein. n. Herz, in den Brustdecken eingeschlossen. o. Bauch, hauptsächlich von der Leber ausgefüllt. p. Nabelstrang. q. Kopfbeuge. r. Nackenbeuge.

Bei den Säugethieren zeigen sich in frühester Zeit, aber doch erst nach Ausbildung der Augenbuchten, des Ohrbläschens und der Kopfbeuge, auf jeder Seite des Halses fünf Kiemenspalten, wodurch vier Kiemenbogen abgetrennt werden, die von vorn nach hinten an Größe und Bedeutung abnehmen. Alle diese Kiemenbogen entstehen nach und nach, der vorderste zuerst, der hinterste zuletzt; sie wachsen in Form kleiner Warzen hervor, welche sich allmählich vergrößern und einander nach der Bauchseite hin in der Mittellinie entgegenkommen.

Der vorderste Kiemenbogen ist der bedeutendste in jeder Hinsicht, sowohl an Größe, als auch hinsichtlich der Bildungen, zu welchen er später Gelegenheit giebt. Wir haben bei dem

Fig. 96. Ein etwa 26 Tage alter Hundeembryo, fünfmal vergrößert von der Seite gesehen.

a. Vorderhirn mit der Scheitelbeuge. b. Zwischenhirn. c. Mittelhirn. d'. kleines Gehirn. d. Nachhirn. e. Auge. f. Ohrbläschen, durch einen Stiel (Hörnerven) mit dem Nachhirn zusammenhängend. g. Oberkiefer. h. Unterkiefer (erster Kiemenbogen). i. Zweiter Kiemenbogen. k. Rechte Vorkammer des Herzens. l. Linke Kammer. m. Rechte Kammer. n. Aortenstiel. o. Leber. p. Herzbeutel. q. Darmschlinge, in welche das Nabelbläschen s. mit seinem Stiele r. einmündet. t. Allantois. u. Amnios. v. Vordere Extremität. w. Hintere Extremität. x. Wirbelsäule. y. Schwanz, z. Nase. 1. Kopfbeuge oder Brückenkrümmung. 2. Nackenbeuge.

Ohre ſchon von dieſem Kiemenbogen geſprochen und den Antheil bezeichnet, welchen er an der Bildung des mittleren Ohres nimmt. Aus dieſem Bogen entſtehen einerſeits der Oberkieſer, das Jochbein, die Gaumen- und Flügelbeine, indem von dem oberen Theile deſſelben, da wo er von der Schädelbaſis ausgeht, eine wuchernde Bildungsmaſſe nach vorn und innen gegen die Mitte zuwächſt, und durch endliches Anlegen an die Scheidewand der Naſenkapſel ein horizontales Dach bildet, wodurch die Naſenhöhlen von der Mundhöhle geſchieden werden. Man hat bisher dieſe ganze Maſſe, in welcher ſich vereinzelt die genannten Knochen bilden, bei den Säugethieren als einen inneren Fortſatz des Bogens angeſehen, aus welchem ſich der Unterkieſer entwickelt, vielleicht aber dürfte die Analogie mit tieferſtehenden Wirbelthieren ſpäter darauf führen, dieſen Fortſatz als einen ſelbſtſtändigen Kiemenbogen zu betrachten.

Der äußere Theil des erſten Kiemenbogens, welcher ſich in weiter Krümmung von beiden Seiten her um die vordere Oeffnung des Munddarmes herumſchlingt, entwickelt in ſeiner Maſſe den Unterkieſer, und zwar in Folge höchſt eigenthümlicher Vorgänge. Es bildet ſich nämlich ein cylindriſcher, gekrümmter Knorpelſtab, welcher als ununterbrochenes Ganze von der Schädelkapſel, an die er anſtößt, bis zur mittleren Vereinigung unter dem Darme ſich fortzieht. Das oberſte Ende dieſes Knorpelſtabes verknöchert und bildet den Hammer, das Weſentlichſte der Gehörknöchelchen; das untere Ende aber verknöchert nie, ſondern bildet gleichſam nur eine Axe, auf deren äußerer Fläche ſich der Unterkieſer als eine Belegungsplatte entwickelt. Man hatte ſchon früher beobachtet, daß bei den Embryonen, und zwar beim menſchlichen Fötus im dritten oder vierten Monate, auf der inneren Fläche des Unterkieſers in einer eigenen Rinne ein Knorpelſtab ſich befinde, welcher aus der Paukenhöhle hervorkommt und an ſeinem oberen Ende mit dem Hammer in Verbindung ſteht. Man nannte dieſen Knorpelſtab nach dem Entdecker den Meckel'ſchen Fortſatz des Hammers. Bei vielen Thieren bleibt dieſer Knorpelſtab das ganze Leben hindurch, und man braucht nur

an einem gekochten Hechte auf der inneren Seite des Unterkiefers mit der Gabel das Fleisch wegzunehmen, um sich eine Anschauung der Verhältnisse zu verschaffen, wie sie bei dem Embryo sind. Man wird dann sehen, daß der Unterkiefer ein Knochenblatt darstellt, welches in Form einer Hohlkehle nach innen eingerollt ist, und daß innerhalb dieser Hohlkehle ein Knorpelstab sich befindet, der die ganze Länge des Unterkiefers durchsetzt.

Der zweite Kiemenbogen, weder weit kleiner ist als der erste, nimmt in seinem obersten Theile Antheil an der Bildung der Paukenhöhle, und entwickelt in seinem Inneren ebenfalls einen Knorpelstab, welcher in seinem oberen Theile verknöchert und den Steigbügel, so wie den Griffelfortsatz des Schläfenbeines bildet. Der mittlere Theil dieses Knorpelstabes verschwindet oder verknorpelt sich vielmehr in ein faseriges Band, an welchem die vordere verknöcherte Hälfte, die das kleine Horn des Zungenbeines bildet, aufgehängt ist.

Der dritte Kiemenbogen enthält ebenfalls im Anfange einen Knorpelstab, welcher aber nur in seinem unteren Theile Veranlassung zu Knochenbildung giebt, indem er das große Horn des Zungenbeines, sowie dessen Körper bildet. Außerdem scheint dieselbe Masse des dritten Kiemenbogens an ihrer Vereinigungsstelle den Kehlkopf, diejenige des zweiten die Zunge hervorgehen zu lassen. Man hat behauptet, die Zunge sei eine Ausbildung der Vereinigungsstelle des ersten Kiemenbogens, allein es scheint mir, als weise die Anatomie der niederen Wirbelthiere hier einen kleinen Fehler der Beobachtung nach, der bei der Schwierigkeit der Untersuchung leicht begangen werden konnte. Der vierte Kiemenbogen entwickelt keine knöchernen Theile; er wird zur Bildung der fleischigen Bedeckungen des Halses verwendet.

Die ursprünglichen Kiemenspalten verschwinden durch Zusammenwachsen der einzelnen Bogen alle bis auf die erste Spalte, welche sich in die Mundöffnung umwandelt, und bis auf den oberen Theil der zweiten, die zur Bildung des mittleren Ohres verwendet wird. Die Verwachsung der Kiemenbogen selbst geht äußerst rasch vor sich, während die Verknöcherung nur langsam

vorschreitet. Es ist aber ein allgemeines Gesetz der Knochenbildung in den Kiemenbogen, daß sich zuerst ungetheilte Knorpelstäbe bilden, um welche herum knöcherne Belegungsstäbe sich ablagern, die von außen her den primitiven Knorpel einhüllen. Bei dem Unterkiefer haben wir dies speciell nachgewiesen, es gilt auch, wie man bei niederen Wirbelthieren ersehen kann, für die übrigen Kiemenbogen, welche sich bei diesen Thieren in weit größerer Ausdehnung entwickeln.

Wenn wir nun noch einen kurzen Blick auf die Entwickelung der Extremitäten werfen, so geschieht dies hauptsächlich nur, um zu zeigen, wie aus der ursprünglich plumpen Form die allmähliche Sonderung der speciellen Gestaltung hervorgeht. Die Extremitäten erscheinen in Gestalt rundlicher Flossen ohne irgend welche Sonderung in Finger oder einzelne specielle Abtheilungen. Erst später bildet sich die Spaltung der Finger aus, und zwar in der Weise, daß im Inneren der schaufelförmigen Flosse Knorpelstreifen entstehen, zwischen welchen allmählich die Substanz aufgesaugt wird. Es ist aus dieser Entstehungsweise erklärlich, daß oft Kinder geboren werden, bei welchen die Finger durch eine Art von Schwimmhaut mit einander verbunden sind.

Die Entwickelung des Skelettes im Ganzen giebt über mehrere Fragen von allgemeinerem Interesse Aufschluß, deren Erörterung hier um so mehr am Platz sein dürfte, als man sich oft und vielfach zu Begründung derselben auf die Entwickelungsgeschichte berufen hat. Mit dem Anfange unseres Jahrhunderts entwickelte sich zuerst in Deutschland ziemlich allgemein, dann auch in Frankreich bei einigen Männern die Ansicht, daß ein gemeinschaftlicher Urtypus sämmtlichen Skelettbildungen zu Grunde liege, und daß dieser Typus in dem Wirbel zu suchen sei. Den Schädel betrachtete man als eine eigenthümliche Ausbildung mehrerer Kopfwirbel, bei welchen hauptsächlich die oberen Bogenstücke in abnormer Weise zur Umhüllung des Gehirnes ausgebildet seien. In den Knochen der Schädelbasis suchte man die Körper dieser Wirbel, deren Zahl man je nach den verschiedenen Ansichten auf drei bis sechs oder gar noch mehr bestimmte.

Man ging in diesen Bestrebungen so weit, nicht nur die Kopfwirbel selbst in allen ihren Stücken zu restauriren, sondern auch die Kiefer, die Kiemenbögen und die Gliedmaßen als seitliche Ausstrahlungen der Kopf- und Rumpfwirbel zu betrachten. Bald sollten die Kiefer Gliedmaßen, bald Rippen sein, und nicht nur auf die Wirbelthiere beschränkte sich die Speculationswuth der Wirbeltheoretiker, sondern auch auf die wirbellosen Thiere trug man diese Ansichten über, und suchte auf diese Weise, wenn ich mich so ausdrücken darf, das ganze Thierreich zu verwirbeln. Wenn man heutzutage einige jener Foliobücher zur Hand nimmt, welche von Urwirbeln, Zwischenwirbeln, Secundar- und Tertiarwirbeln handeln, so begreift man wirklich kaum, wie es möglich gewesen sei, daß die Naturforscher eine zeitlang auf diese Weise im Dunkeln umhertappen konnten. Auch wurden diese romantischen Uebertreibungen baldigst von den besonnenen Naturforschern gewürdigt. Allein wenn man auch gegen dieselben protestirte, so blieb wenigstens so viel übrig, daß man allgemein annahm, der knöcherne Kopf sei nur eine modificirte Fortsetzung der Wirbelsäule. Man berief sich hierbei hauptsächlich auf die Resultate der Entwickelungsgeschichte, und es ist deshalb unsere Pflicht, hier in kurzem darzuthun, inwiefern diese Theorie durch Thatsachen unterstützt werde, oder nicht.

Es fragt sich hier zuerst, ob man an dem knöchernen Kopfe in der That Bildungen nachweisen könne, welche ihrer Entstehung nach durchaus in keinem Zusammenhange weder mit der Axe des Wirbelsystemes, der Chorda, noch mit den von denselben ausgehenden Belegungsmassen stehen, und die ebenfalls in ihrer Grundlage keine Beziehung zu dem Central-Nervensysteme zeigen?

Die Kiemenbogen mit den aus ihnen entstehenden Skelettheilen zeigen eine völlige Unabhängigkeit von dem Wirbelsystem und durchaus selbstständige Ausbildung. Man hat dieselben als modificirte Rippen ansehen wollen, ohne indeß dafür andere Belege beibringen zu können, als die Thatsache, daß sie den Mundarm eben so umfassen, wie die Rippen die Brusteingeweide. Betrachtet man aber die Entstehung beider Theile in Verglei-

chung zu einander, so ergiebt sich eine so völlige Verschiedenheit, daß diese Ansicht als unhaltbar aufgegeben werden muß. Die Bildungsmasse, in welcher die Rippen entstehen, ist ein zusammenhängendes Gebilde, eine plattenförmige Ausbreitung von Embryonalmasse, in welcher die einzelnen Knorpelstäbe der Rippen sich sondern und später verknöchern. Niemals sind diese Rippen durch Spalten getrennt, niemals entsteht eine Rippe für sich gesondert in ihrer Anlage und verbindet sich erst später zu einem Ganzen; die Kiemenbogen dagegen gehen als isolirte Wärzchen hervor, die nach und nach einander entgegenkommen, durch Spalten getrennt sind, und deren Knorpelstreifen hauptsächlich durch Belegung mit Deckplatten verknöchern. Das System der Kiemengebilde ist demnach ein vollkommen eigenthümliches, das mit den Wirbeln in durchaus keiner Beziehung steht, was namentlich auch daraus hervorgeht, daß die Zahl dieser Bogen eine wechselnde ist bei verschiedenen Thieren, während die Zahl der Rippen genau der Zahl der Wirbel entspricht, welchen sie angehören.

Wie man die Extremitäten als Ausstrahlungen der Wirbel betrachten könne, ist einem gesunden Sinne vollends unbegreiflich, denn mit eben so vielem Rechte könnte man auch die Lungen, die Leber oder Gott weiß welche Organe als Ausstrahlungen der Wirbel betrachten, da alle diese Eingeweide eben so viel mit den Wirbeln zu thun haben, als die Extremitäten, nämlich durchaus gar Nichts.

Es bleiben uns also von den zahlreichen Knochen, die das Skelett zusammensetzen, nur die eigentlichen Wirbel und diejenigen Knochen, die an dem Schädel in näherer Beziehung zu der Chorda oder dem Gehirne stehen. Um hier eine sichere Basis der Vergleichung zu gewinnen, fragt es sich zuerst, wie der Wirbel entstehe, und welche Kriterien man aufstellen müsse, um die Wirbelnatur irgend eines Gebildes zu erkennen.

Die Beantwortung dieser Frage ergiebt sich ganz von selbst aus dem Vorhergehenden. Ein Wirbelkörper entsteht nur aus der Belegungsmasse um die Chorda; ohne Wirbelsaite ist seine Entstehung nicht denkbar; wo keine Chorda ist, kann auch kein Wir-

bel ſich bilden. Der hintere wie der vordere Keilbeinkörper entſtehen zwar aus einer horizontalen, ſenkrecht durchbohrten Knorpelmaſſe; da aber dieſelbe noch mit der Belegungsmaſſe der Rückenſaite zuſammenhängt, ſo kann man ſie noch, wenn auch als ſtark von dem Typus abweichende, Wirbelkörper anſehen.

Die Belegungsplatten der primitiven Gehirnkapſel bilden ebenfalls ein eigenes Syſtem. Bei den Säugethieren entſtehen ſie nur oben und an den Seiten; bei den Fiſchen iſt eine ſolche Bildung von Belegplatten auch unten, unterhalb der Schädelbaſis, zwiſchen ihr und der Mundſchleimhaut, nachgewieſen, und die Knochen, welche man bei den gewöhnlichen Fiſchen als Keilbein und Pflugſchar bezeichnet (das Schwert in dem Hechtskopfe), ſind ſolche untere Belegungsplatten.

Man hat demnach Unrecht, den ganzen Schädel als eine modificirte Wirbelſäule zu betrachten. Das Ende der Wirbelſäule iſt in dem Hinterhauptbeine und den beiden Keilbeinkörpern gegeben, die man als modificirte Wirbel anſehen kann; — die übrigen Theile gehören verſchiedenen Syſtemen an, ſind Anſätze, welche dem Wirbeltypus durchaus fremd ſind.

Sechsundzwanzigster Brief.

Die Eingeweide.

Die Entwickelung der Eingeweide, und zwar vor allen Dingen diejenige des Darmrohres, als der primitiven Axe dieſer ſämmtlichen Gebilde, führt uns wieder in die erſten Zeiten der Embryonalbildung zurück, wo wir den Fruchthof aus drei Blättern beſtehend fanden, deren inneres, das Darmdrüſenblatt, unmittelbar die Dotterflüſſigkeit berührte und einen Sack darſtellte, der an der Stelle des Fruchthofes durch Zellenanhäufung verdickt war. Die Ausbildung dieſer flächenartigen Verdickung zu einem geſchloſſenen Rohre, welches anfangs einem ganz geraden Hohlcylinder gleicht, geſchieht in der Weiſe, daß der Embryo ſich allmählich von dem Dotter abhebt und gegen dieſen letzteren abſchnürt. Die Schließung der Bauchhöhle und ihrer Wandungen ſowohl als auch diejenige des Darmrohres ſind die Folgen dieſes Prozeſſes. Der Embryo liegt nämlich im Beginn ſeiner Entwickelung, wie wir ſchon früher erwähnten, flach auf der Dotterflüſſigkeit auf, und der Fruchthof geht in ſeiner ganzen Umgebung rundum in die Fortſetzungen der Keimblätter über. Sobald nun der Embryo ſich mehr und mehr ausbildet, hebt ſich zuerſt der Kopf des Embryo vollſtändig von dem Dotter ab. Die Abſchnürung ſchreitet an der unteren Fläche des Halſes durch das Hervorſproſſen der Kiemenbogen nach hinten zu fort. Mit der ganzen Bauchfläche des Stammes liegt nun der Embryo

anfangs noch flach auf dem Dotter auf, allmählich erhebt er ſich aber auch hier und ſchließt ſich von vorn und hinten, ſo wie von den Seiten her gegen die Mitte hin fortſchreitend von dem Dotter ab. Ich kann kein beſſeres Bild dieſes Vorganges geben, als indem ich meine Leſer erſuche, mit beiden Händen an einem Strickſtrumpfe, der theilweiſe über eine Stopfkugel gebreitet iſt, eine Falte zu bilden. Die Stopfkugel ſtellt hier die Dotterflüſſigkeit vor, der Strickſtrumpf die Keimhaut, welche dieſe Dotterflüſſigkeit einſchließt. Nähme man zwei Strümpfe über einander, ſo würde der innere Strumpf dem Darm-Drüſenblatte, der äußere dem Bewegungs- und Hornblatte entſprechen. Indem man mit beiden Händen in dieſen Strümpfen eine Falte zu ziehen verſucht, wird man genöthigt ſein, die Strümpfe etwas von der Kugel abzuziehen und in die Höhe zu heben. Wenn man ſich nun vorſtellt, daß die Ränder dieſer Falte, da wo man ſie zuerſt gefaßt hat, mit einander zuſammengenäht würden, und daß dieſes Zuſammennähen von allen Seiten her gegen den Mittelpunkt der Falte fortgeſetzt würde, bis man die Falte in ihrer ganzen Ausdehnung zuſammengenäht hätte, ſo wird dieſe ganze Handlung ein richtiges Bild von den Entwickelungsvorgängen bei dem Embryo geben. Im Anfange, wo man das Zuſammennähen der Falte begann, bildete dieſe, von der Stopfkugel her betrachtet, eine lange Rinne, die nur an beiden Enden abgeſchloſſen war und ſo etwa im Ganzen die Geſtalt eines Weberſchiffchens bot. Je mehr man mit dem Zunähen gegen die Mitte hin fortfuhr, deſto mehr wurde dieſe Rinne geſchloſſen, zuletzt blieb nur noch ein mittleres Loch, nach deſſen endlicher Zuſammennähung die ganze Falte in ein Doppelrohr verwandelt war, welches nach der Stopfkugel hin keine Oeffnung mehr zeigte.

Indem ſich nun der Embryo zuerſt mit ſeinem Kopfe von dem Dotter abhebt und die Seitenwände zum Abſchluſſe gegeneinander wachſen, bildet ſich eine Anfangs nach hinten blinde Höhle, die ſich aber bald in die Darmrinne hinein öffnet und nun mit dieſer eine continuirliche Höhle bildet. Man hat dieſe

Höhle die Kopfdarmhöhle oder auch die vordere Darmpforte genannt. Ihre Wandung wird aus allen drei Blättern zusammengesetzt, spaltet sich aber später in ihrem vorderen Theile und bildet hier eine Höhle, in welcher das Herz sich entwickelt. Der hintere, abgezweigte Theil entspricht dann, nach der Anlage des Herzens, der Rachen- und Schlundhöhle, so wie dem Schlunde selbst.

Ganz in ähnlicher Weise entsteht auch von dem hinteren Ende des Embryo's her eine hintere Beckendarmhöhle und eine hintere Darmpforte, welche ebenfalls nach dem Darme führt. Das Darmrohr bildet demnach, sobald es einmal auf dieser Stufe angelangt ist, eine nach beiden Körperenden hin in Röhren sich fortsetzende Rinne, welche in der Längsaxe des Körpers liegt. Die Wände desselben sind verhältnißmäßig außerordentlich dick, die innere Höhlung nur gering, und das ganze Rohr eigentlich nur ein gerader, aus Zellen zusammengesetzter hohler, in der Mitte aufgeschlitzter Cylinder.

Zu der Bildung des Mitteldarmes wirkt sowohl das Darmdrüsen- als auch das Bewegungsblatt mit. Letzteres spaltet sich der Dicke nach in zwei Schichten, deren innere, die Darmfaserschicht, sich mit dem Drüsenblatte zur Einrollung des Darmes verbindet, während die äußere die Bauchwandung bildet. Indem diese beiden Schichten sich stets mehr von einander entfernen, die erstere sich ganz zur Bildung des Darmes verwendet, die letztere die äußeren Bauchwandungen schließt, verfolgen sie auch unabhängig von einander ihren Weg zur Abschließung gegen den Dotter. Die Darmrinne bildet, sich stets mehr schließend, den Darmnabel, der sich zum Dottergang auszieht, durch welchen noch lange nach dem vollständigen Abschlusse des Darmrohres, die Darmhöhle mit dem Dotter communicirt; die Bauchwandung schließt sich bis auf den Bauchnabel, durch welchen bis zur Geburt die zur Ernährung des Embryo's dienenden Blutgefäße hindurchtreten.

Sobald das Darmrohr bis auf den Darmnabel geschlossen ist, beruht die weitere Entwickelung des Darmes hauptsächlich

auf ſchnellem Auswachſen der Röhre, wodurch dieſe ſich verlängert und ſchlingenartig zuſammenlegt. An einer Stelle, und zwar nahe an der vorderen Eingangsſtelle des urſprünglichen geraden Darmrohres, bläst ſich dieſes etwas auf und bildet auf dieſe Weiſe den Magen, der urſprünglich in der Längsaxe des Körpers gelegen iſt, allmählich aber ſich dreht und eine quere Stellung einnimmt. In das Einzelne der Schlingenbildung des Darmrohres, die Verwickelung des Gekröſes und der Netze hier einzugehen, würde einestheils zu weit führen, anderntheils auch durchaus unfruchtbar ſein, da dieſe Vorgänge wirklich nur dann begriffen werden können, wenn man ſie an Embryonen ſelbſt unterſucht. Figuren führen hier durchaus zu keinem klaren Verſtändniſſe, und noch weniger können dies Beſchreibungen thun, die ſelbſt demjenigen, der die Anatomie des Erwachſenen vollkommen genau kennt, kein anſchauliches Bild zu geben vermögen.

Mit dem Darmrohre in Verbindung ſtehen einige Drüſen, unter welchen die Leber und die Bauchſpeicheldrüſe die wichtigſten ſind. Da man ſehr richtig erkannte, daß die Schleimhaut, welche die Gänge dieſer Drüſen auskleidet, gleichſam nur eine Fortſetzung der inneren Darmſchleimhaut ſei, ſo glaubte man hieraus folgern zu dürfen, daß dieſe Drüſen nur Ausſtülpungsbildungen des Darmes ſeien. Wenn man ſchon durch die Faltungen der Keimhautblätter die Bildungen mancher Organe zu erklären ſuchte, ſo koſtete es Nichts, anzunehmen, daß das Darmrohr an einer gewiſſen Stelle einen ſeitlichen Blindſack treibe, daß dieſer Blindſack allmählich auswachſe, ſich mehr und mehr veräſtele und ſo nach und nach die zahlreichen Blindgänge und Kanäle des Drüſengewebes darſtelle. Dieſe Theorie der Drüſenausſtülpung, welche man bald generaliſirte, ſtützte ſich indeß auf Thatſachen, welche ihr einigen Halt gaben. Man hatte beobachtet, daß die Drüſen in ihrer urſprünglichen Anlage kleine knotenförmige Hügel bildeten, welche dem Darmrohre unmittelbar aufgeſetzt waren, daß ſie nur wenige und kaum veräſtelte Kanäle im Inneren zeigten, und daß die Zahl dieſer Kanäle

und ihre Verästelung mehr und mehr mit der Entwickelung des Embryo zunahm.

Die neuere Zeit, indem sie uns mit dem Zellenleben bekannt machte, konnte auch den richtigen Schlüssel zu diesen Erscheinungen geben, und während sie die mechanischen Vorstellungen, die sich mit der Ausstülpungstheorie verbunden hatten, zurückwies, zeigte sie zugleich, daß der Ausstülpung selbst einige Wahrheit zu Grunde liege. Man hat in neuerer Zeit hauptsächlich bei Fischen und Säugethieren die Bildung der Leber verfolgt, und wenn auch in dem Einzelnen einige Verschiedenheiten sich zeigen, so ist doch im Ganzen der Prozeß der nämliche.

Bei den so durchsichtigen Fischembryonen bemerkte man, daß nach der theilweisen Schließung des Darmrohres am vorderen Ende desselben eine ziemlich bedeutende compacte Zellenanhäufung sich zeigte, in welcher anfangs durchaus keine Höhlung zu bemerken war. Nach und nach entstehen in dieser Zellenmasse durch Auseinanderweichen zwei blindsackähnliche Höhlen, deren eine in gerader Richtung nach vorn hin sich ausbildet, während die andere, nach unten abweichend, sich krümmt. Die vordere dieser Höhlen bildete die bei den Fischen so kurze Speiseröhre; der mehr nach unten gerichtete Blindsack, um welchen sich die größere Menge von Zellen anhäufte, entsprach der Leber. Die Bildung der Drüsenkanäle schritt nun in der Weise fort, daß die anfangs compacten Zellenmassen auseinanderwichen und stets mehr und mehr verzweigte Gänge bildeten, die sich endlich so verästelten, daß man ihrer ferneren Entwickelung kaum mehr folgen konnte. Diesen Beobachtungen zufolge sind demnach die Drüsengänge unzweifelhaft Intercellulargänge, entstanden durch des Auseinanderweichen ursprünglich compacter Zellenmassen des Darmdrüsenblattes. Man kann in gewisser Beziehung sagen, daß sich die Darmhöhle allmählich in die compacte Zellenmasse der Drüse hineingebildet habe, und in diesem Sinne kann man auch die Ausstülpung des Darmes in die Drüse hinein vertheidigen.

Bei den Säugethieren hat man, in der letzten Zeit namentlich, die Entwickelung der Leber in ihrem Uranfange ebenfalls

beobachtet. Die Wände des Darmrohres ſind hier aus äußerſt dicken Zellenlagen gebildet, und längs der inneren Fläche ſcheidet ſich ſchon ſehr frühe eine aus helleren Zellen beſtehende dünne Schicht ab. Die erſte Anlage der Drüſe zeichnet ſich nun als eine kaum bemerkbare Verdickung aus, welcher eine kleine Ausbiegung der hellen, inneren Darmlage entſpricht. Je mehr ſich nun dieſer Höcker entwickelt, deſto weiter dringt auch dieſe Ausbiegung vor und bildet fortwachſende, ſich veräſtelnde Höhlungen, die von der urſprünglichen Ausbiegung der inneren Darmlage ausgehen. Dieſe Aushöhlungen entſtehen ſtets auf Koſten compacter Zellenmaſſen, welche anfangs ſchon im Inneren des Geſammthaufens als ſolide Stränge erſcheinen, die ſpäteren Hohlgänge gleichſam vorzeichnen und ſich durch Auseinanderweichen in der Axe aushöhlen. Man ſieht alſo, daß auch hier die Drüſenkanäle anfänglich hohle Intercellularräume darſtellen, und daß ihre Haut, welche den Drüſenkanal auskleidet, wahrſcheinlich auf die Weiſe entſteht, daß die auseinandergewichenen Zellen mit einander verſchmelzen und eine membranöſe Schicht bilden.

In denjenigen Drüſen, welche von Anfang an in keinem Zuſammenhange mit dem Darmrohre ſtehen, wie z. B. in den Hoden, entwickeln ſich die Drüſenkanäle dennoch auf ganz analoge Weiſe. Dieſe Organe ſtellen anfänglich eine compacte Zellenmaſſe dar, in welcher ſich nach und nach durch Auseinanderweichen verzweigte Intercellularräume bilden, die erſt ſpäter mit dem Ausführungsorgane in Verbindung treten.

Die Leber iſt von allen drüſigen Organen der Bauchhöhle dasjenige, welches bei dem Embryo in weit bedeutenderem Maße entwickelt iſt, als ſelbſt im Erwachſenen. Dieſe verhältnißmäßig ſo anſehnliche Größe der Leber, die um ſo bedeutender iſt, je jünger die Embryonen ſind, erklärt ſich leicht aus der innigen Beziehung, in welcher dieſe Drüſe bei dem Fötus zu der Entwickelung des Blutes ſteht; eine Beziehung, von welcher wir ſpäter, bei dem Blutſyſteme, einiges Nähere angeben werden.

Die Lungen ſind hinſichtlich ihrer Entwickelung noch nicht ſo genau bekannt, als dies wohl wünſchbar wäre. Sie ſcheinen

mit dem Kehlkopfe, der Luftröhre, dem Schlundkopfe und der Speiseröhre aus einer und derselben Zellenmasse zu entstehen, die sich erst nach und nach differenzirt. Bei den jüngsten Säugethierembryonen, bei welchen man überhaupt die Lungen erkennen konnte, sah man hinter der Kiemenhöhle in einer ziemlich dicken Zellenmasse eine blasenförmige Erweiterung, die nach hinten zu in zwei seitliche flaschenförmige Blindsäcke endigte, zwischen welchen in der Mitte die gerade Speiseröhre herabstieg. Es war also etwa hier ein Verhältniß, wie man es bei den Fröschen bleibend ausgebildet findet, wo ebenfalls unmittelbar aus einer gemeinschaftlichen Höhle die blasenförmigen Lungensäcke und die Speiseröhre ausgehen. In späteren Zeiten sah man bei den Embryonen die beiden Lungen in Form kolbiger Hügel, die unmittelbar der Speiseröhre aufzusitzen schienen, bei genauerer Untersuchung aber mit einer isolirten Luftröhre in Verbindung standen, die hart an der vorderen Wand der Speiseröhre anlag, durch Druck aber sich von derselben trennen ließ. Es scheint demnach, daß anfänglich nur eine gemeinschaftliche Anlage für diese Organe vorhanden ist, und daß die ursprünglich einfache Röhre, in welche die Lungen und die Speiseröhre münden, sich bei fortschreitender Entwickelung in Luftröhre und Kehlkopf einerseits, Schlundkopf und oberen Theil der Speiseröhre anderseits trenne.

Die Verzweigungen der Kanäle, welche das Lungengewebe durchsetzen, scheinen in ähnlicher Weise sich auszubilden, als in den Drüsen, obgleich ihre vollständige Ausbildung nur erst spät eintritt, wie denn die Lungen überhaupt während des Embryonallebens durchaus nicht diejenige Bedeutung haben, welche ihnen später zukommt. Bei den Erwachsenen geht, wie wir früher gesehen haben, das sämmtliche Blut durch die Lungen, um hier in Berührung mit der atmosphärischen Luft die gasförmigen Stoffe auszutauschen. Bei dem Embryo kann kein Zutritt der atmosphärischen Luft stattfinden, und die Lungen haben deshalb keine größere Blutzufuhr, als diejenige, welche nöthig ist, das Organ zu ernähren. Die große Masse des Blutes geht, wie wir

ſpäter ſehen werden, an den Lungen vorbei durch einen eigenen Kanal, welcher aus der Lungenarterie in die Aorta führt. Bis zu der Geburt erſcheinen daher die Lungen mehr als compacte drüſige Organe, welche die Bruſthöhle nur zum Theil ausfüllen, und namentlich im Verhältniß zu dem Herzen um ſo kleiner ſind, je jünger der Embryo iſt.

Die Harn- und Geſchlechtsorgane, als die letzte Gruppe der Baucheingeweide, haben von jeher den Embryologen ſehr viel zu ſchaffen gemacht, da ſowohl die äußeren Metamorphoſen, welche ſich im Bereiche dieſer Organe zeigen, äußerſt mannigfaltig ſind, als auch die inneren Theile derſelben ſehr merkwürdige ſucceſſive Veränderungen eingehen. Es war zuerſt in der Sphäre dieſer Organe, daß man von der Unvollſtändigkeit jener Theorie ſich überzeugen mußte, welche alle Organe ohne Ausnahme durch Faltungen der urſprünglichen drei Blätter der Keimhaut entſtehen laſſen wollte. Man wußte nicht, welchem von den verſchiedenen Blättern ſie zuſchreiben, und wenn man auch jetzt das Bewegungsblatt großentheils mit ihrer Bildung beauftragt, ſo ſind damit die einzelnen Vorgänge und Beziehungen bei Weitem noch nicht aufgeklärt.

Schon bei ſehr jungen Embryonen, bei welchen die Darmrinne kaum angelegt iſt, zeigt ſich auf der inneren Fläche der entſtehenden Wirbelſäule über der Darmrinne eine lang geſtreckte Anhäufung von Bildungsmaterial, welche ſich in Form zweier ſeitlicher Streifen von dem Herzen bis gegen das Rumpfende hin fortzieht. Betrachtet man dieſe Bildungsmaſſe näher, ſo ſieht man, daß jeder Streifen aus einer Reihe kolbiger Fortſätze beſteht, die etwa ausſehen wie die Zähne eines Kammrades. Die abgerundeten Enden dieſer Kammzähne ſind gegen die Mittellinie hingewendet, während man zu beiden Seiten nach Außen zwei compacte Streifen bemerkt, in welchen die Baſen der Kammzähne zuſammenfließen. Anfangs ſind dieſe beiden Streifen mit ihren Kammzähnen ſolid, Aggregationen compacter Zellenmaſſen, die ſich aber ſpäter aushöhlen, und nun, wie leicht begreiflich, eine Reihe von queren Blindſäcken darſtellen, deren kolbige Enden

gegen die Mittellinie zugekehrt ſind, während ſie ſich ſämmtlich in zwei gemeinſchaftlichen, auf der äußeren Seite verlaufenden Ausführungsgängen öffnen. Nach und nach verknäueln ſich dieſe queren Schläuche ſo unter einander, daß ſie ein compactes Organ darſtellen, eine förmliche ſymmetriſche Drüſe, welche zu beiden Seiten der Wirbelſäule durch die ganze Länge der Bauchhöhle ſich hinabzieht, und deren Ausführungsgang ſich in die Allantois oder den Harnſack öffnet.

Man hat dieſe Organe nach ihrem erſten Entdecker die Wolffiſchen Körper, die Ur- oder Primordial-Nieren genannt. Sie finden ſich bei allen Embryonen in der angegebenen Weiſe, doch in größerer oder geringerer Erſtreckung, und ſind um ſo ſtärker entwickelt, je jünger der Embryo iſt. Merkwürdiger Weiſe entwickeln ſich ihre Ausführungsgänge anfänglich ganz abgeſondert von den Drüſen ſelbſt mehr an der Rückenſeite in dem Bewegungsblatte, wo ſie zuerſt als ſolide Zellenſtränge erſcheinen, die ſich ſpäter aushöhlen, gegen die Bauchſeite rücken und ſchließlich mit den Urnieren verbinden.

Es war natürlich, daß man ſich vom Anfang an mit der Frage nach der Bedeutung dieſer räthſelhaften Organe beſchäftigte, welche nur eine embryonale Exiſtenz beſitzen und mit dem Auftreten der eigentlichen Nieren zu Grunde gehen. Jetzt, wo man weiß, daß ſie zugleich mit der Allantois entſtehen und daß, bei den Säugethieren wenigſtens, die Urnierengänge in den Harnſack münden, deſſen Flüſſigkeit Harnbeſtandtheile enthält, jetzt kann es wohl keinem Zweifel mehr unterliegen, daß ſie wirkliche Drüſen ſind, welche ein Secret liefern, das durch ſeine chemiſche Zuſammenſetzung Aehnlichkeit mit dem Urine hat und Harnſäure enthält. Der Bau dieſer Wolffiſchen Körper iſt ſogar durch Entwickelung Malpighiſcher Gefäßknäuel mit Flimmerung darin demjenigen der Nieren durchaus analog. Die Function der Wolffiſchen Körper ſteht demnach in der nämlichen Beziehung zu dem embryonalen Leben, in welcher diejenige der Nieren zu dem Leben des Erwachſenen ſich befindet. Der Harnſack iſt das urſprüngliche Reſervoir, in welches bei den höheren Wirbelthieren

das Secret der Wolffiſchen Körper ſich ablagert, und ſeine Entwickelung ſteht in gewiſſem Verhältniß zu der Ausbildung der Urnieren. Deshalb ſehen wir auch bei dem Menſchen, wo der Harnſack ſo früh verſchwindet und nur eine ſehr geringe Ausbildung erlangt, die Urnieren nur eine äußerſt geringe Stufe der Entwickelung erreichen.

Die Nieren ſtehen ohne Zweifel in einem beſtimmten Wechſelverhältniſſe zu den Wolffiſchen Körpern, obgleich auch daraus durchaus noch nicht folgt, daß ſie auf Koſten und aus der Subſtanz der Wolffiſchen Körper ſich entwickelten. Sie entſtehen vielmehr aus einer beſonderen Bildungsmaſſe, welche ſich auf der Rückenfläche der Wolffiſchen Körper zwiſchen dieſen und der Wirbelſäule anſammelt, und dort zwei ovale ſolide Zellenanhäufungen bildet, die man von der Bauchfläche her erſt anſichtig wird, ſobald man die Wolffiſchen Körper entfernt hat. Die Harnkanäle entſtehen in den Nieren durchaus ſo, wie in den übrigen Drüſen, durch Auseinanderweichen der urſpünglich ſoliden Zellenmaſſen. Schon von Anfang an ſcheint von der ovalen Zellenanhäufung der Nieren ein ſolider Zellenſtrang auszugehen, der nach unten hin ſich erſtreckt, ſich ſpäter aushöhlt und den Harnleiter mit dem Nierenbecken bildet. Erſt wenn die Entwickelung der Nierenkanäle im Inneren der ſoliden Zellenanhäufung einen gewiſſen Grad erreicht hat, erhält die Niere ein traubiges oder lappiges Anſehen, das dadurch hervorgebracht wird, daß das Zellenmaterial ſich mehr um die einzelnen Drüſenkanäle zuſammendrängt und dort dichter erſcheint, als in den Zwiſchenräumen. Man hat behauptet, dieſes lappige Anſehen der Nieren, welches bei manchen Thieren, wie z. B. dem Bären, während des ganzen Lebens ſich erhält, bezeichne die primitive Anordnung dieſer Drüſe, die aus einzelnen Läppchen zuſammenwachſe, und auf dieſe falſche Anſicht geſtützt hat man noch vor nicht langer Zeit gewagt, die ſchwindelndſten Theorieen hinſichtlich der Vergleichung des Embryo mit niederen Säugethieren aufzuſtellen. Man ſieht, daß dieſe Phantaſieen durchaus durch die Beobachtungen widerlegt werden.

Die keimbereitenden Geschlechtsorgane, Hoden und Eierstöcke, scheinen etwa in gleicher Zeit mit den Nieren, oder selbst kurz vor diesen aufzutreten. Sie entwickeln sich aus einem isolirten Häufchen von Zellenmaterial, welches einen länglichen Streifen bildet, das an dem inneren Rande der Wolffischen Körper, und zwar auf der Bauchfläche derselben, sich ablagert. Durch diese Lagerung ist es allein möglich, die keimbereitenden Geschlechtsorgane von den Nieren zu unterscheiden, da sehr bald die ursprünglich längliche Form derselben mehr rundlich wird und dadurch derjenigen der Nieren näher tritt. Es ist begreiflicher Weise in den ersten Zeiten unmöglich, Hoden und Eierstöcke von einander zu unterscheiden, da beide aus einem Häufchen Zellenmaterial zusammengesetzt sind, das noch keine specifisch gesonderten Gewebtheile in sich entwickelt hat. Indeß bildet sich diese Verschiedenheit schon sehr bald aus, indem der Hoden mehr rundlich wird und im Inneren die röhrigen Samenkanäle zeigt, während der Eierstock platt und länglich bleibt, zugleich sich schief stellt und nach und nach die quere Stellung einnimmt, welche er bei dem Erwachsenen hat. In den Eierstöcken der höheren Thiere entwickeln sich ferner niemals solche Röhren, wie in den Hoden, sondern im Gegentheile die von Anfang an in sich abgeschlossenen Follikel, welche nach den neuesten Beobachtungen unmittelbar um das primitive Keimbläschen sich bilden und später bei Anlagerung des Dotters sich vergrößern. Die ausführenden Geschlechtstheile, nämlich Samenleiter und Eileiter, entwickeln sich zur Seite des Ausführungsganges des Wolffischen Körpers in der Weise, daß sie anfänglich solide Stränge darstellen, die an der inneren Seite dieser Ausführungsgänge sich hinziehen, dann hohl werden und an dem vorderen Ende, wo sie an die keimbereitenden Organe anstoßen, eine längliche Spalte als Mündung besitzen. Bei dem weiblichen Geschlechte bleibt diese offene Spalte als Trichter des Eileiters zurück; — bei dem männlichen Geschlechte hingegen verwächst das anfangs offene vordere Ende auf noch nicht näher erörterte Weise mit dem Hoden und bildet so wahrscheinlich den Nebenhoden mit dem Samengang. Die ausführenden Ge-

ſchlechtsorgane entwickeln ſich demnach durchaus iſolirt von den keimbereitenden, mit denen ſie erſt in ſpäterer Zeit bei dem männlichen Geſchlechte wenigſtens zuſammentreten.

Es läge uns hier noch ob, des Genaueren einzugehen auf die Bildung der äußeren Geſchlechtstheile, ſowie der Reſervoirs, die ſich an den Harn- und Geſchlechtsorganen in verſchiedener Weiſe ausbilden. Die Entſtehung der Harnblaſe verdient hier vor allem eine nähere Berückſichtigung, da ſie mit derjenigen des Harnſackes in näherer Beziehung ſteht, der, wie wir oben geſehen haben, zur Ausbildung der Placenta ſo Vieles beiträgt und für die Ernährung des Fötus eine höchſt wichtige Rolle ſpielt. Der Harnſack ſelbſt ſcheint aus zwei urſprünglich getrennten Zellenmaſſen zu entſtehen, welche aus dem hinteren Körperende hervorwuchern und urſprünglich durchaus ſolide Maſſen darſtellen. Dieſe beiden Zellenhügel vereinigen ſich indeß ſehr bald, werden hohl und treten nun mit dem Darmkanal in nähere Verbindung, ſo daß die Höhle des Harnſackes in das hintere Ende des Darmes einmündet. Man glaubte aus dieſem Grunde früher, wo man die anfängliche Entſtehungsweiſe des Harnſackes noch nicht kannte, daß derſelbe eine blaſenartige Ausſtülpung der Bauchfläche des Darmrohres ſei. Der Harnſack wächſt, wie wir früher geſehen haben, ſehr ſchnell über den Embryo hinaus, legt ſich mit ſeinem kolbigen Ende an die zottige Fläche des Chorion an, und leitet auf dieſe Weiſe die Nabelgefäße zu der Anſatzſtelle der Placenta. Indem nun die Bauchdecken des Embryo von allen Seiten her gegen den Nabel ſich ſchließen, wird der Harnſack in ſeiner Mitte zuſammengeſchnürt und, gleich einem Zwerchſacke, in zwei Hälften getheilt: eine äußere, die vom Nabel zur Placenta reicht, bei den Menſchen ſehr bald verkümmert und den ſoliden Nabelſtrang bilden hilft, und eine innere, welche in den Bauchdecken eingeſchloſſen von dem Nabel bis zu dem hinteren Darmende ſich erſtreckt. Die hintere Portion dieſes inneren Sackes wird zur Harnblaſe, während die vordere ebenfalls in einen ſoliden Strang

ſich umwandelt, welchen man bei dem Erwachſenen unter dem Namen des Harnſtranges oder Urachus kennt.

Es geht aus dieſer Darſtellung hervor, daß urſprünglich für den ganzen unteren Theil der Geſchechts- und Harnorgane, ſowie des Darmes, nur eine gemeinſchaftliche Höhle exiſtirt, in welche die Allantois auf der vorderen Fläche einmündet. Zuerſt trennt ſich nun der Darm von dem Harnſacke und den ausführenden Harn- und Geſchlechtstheilen, welche in den Harnſack einmünden. Es hat demnach dann der Fötus eine gemeinſchaftliche Ausmündung für die Harn- und Geſchlechtsorgane, eine andere für den Darm. Diejenigen Theile, welche wir bei den Erwachſenen als äußere bezeichnen müſſen, fehlen durchaus. Die Entwickelung derſelben, namentlich aber ihr Verhältniß zu den ausführenden Organen, iſt noch in manches Dunkel gehüllt, und wir können um ſo weniger in dieſelbe eintreten, als ſie eine Kenntniß der Anatomie dieſer Theile vorausſetzen würde, die wir aus leicht begreiflichen Gründen nicht näher behandelt haben. So viel muß indeß hier bemerkt werden, daß die Form der äußeren Geſchlechtstheile urſprünglich bei beiden Geſchlechtern außerordentlich ähnlich iſt, und daß es nur leichter Hemmungen in der Entwickelung dieſer oder jener Theile bedarf, um jene mannigfaltigen Mißbildungen zu erzeugen, die man öfter als Hermaphroditen ausgegeben hat. Bei den meiſten dieſer Mißbildungen iſt das Geſchlecht ſehr deutlich durch die Structur der inneren keimbereitenden Organe zu erkennen, wenn auch die äußeren Theile noch ſo ſehr abweichen. Daß beide Geſchlechter auf einem und demſelben Individuum vereinigt ſein könnten, iſt bei den höheren Säugethieren und dem Menſchen durchaus undenkbar, weshalb man auch bei dieſen Geſchöpfen nicht von Hermaphroditismus im eigentlichen Sinne des Wortes reden kann. Aus der früheren Aehnlichkeit der äußeren wie der inneren Geſchlechtstheile, aus der Unmöglichkeit, Hoden und Eierſtöcke von Anfang an zu unterſcheiden, hat man eine Menge der lächerlichſten Anſichten über anfängliche Geſchlechtsloſigkeit, urſprüngliche Weiblichkeit des Embryo u. ſ. w. ausgeſponnen, die be-

greiflicher Weiſe keiner Beachtung werth ſind. So gewiß als das Ei urſprünglich die Anlage zu allen Organen des Embryo in ſich ſchließt, wenn dieſelben auch nicht ſichtlich hervortreten, ſo gewiß befindet ſich auch von Anfang an in ihm die Anlage der ſpeciellen Geſchlechtsorgane, die dann in die äußere Erſcheinung treten, wenn es der Typus der Gattung erfordert.

Siebenundzwanzigster Brief.

Das Blutgefäßsyſtem.

Bei der Entwickelung des Blutgefäßſyſtemes kommen ſo mannigfach verwickelte Proceſſe in Betracht, daß es nothwendig erſcheint, die Ausbildung dieſes ſo wichtigen Syſtemes je nach ſeinen verſchiedenen Elementartheilen zu betrachten. Es wird deshalb erſprießlich ſein, zuerſt von der Entſtehung des Herzens, des erſten Kreislaufes, des Blutes und der Gefäße zu ſprechen, und dann erſt anzudeuten, in welcher Weiſe die urſprünglichen Anlagen des Blutſyſtemes ſich umgeſtalten, um diejenige Form des Kreislaufes hervorzubringen, die wir ſchon früher aus dem Erwachſenen kennen gelernt haben.

Die älteren Beobachter hielten ſo ziemlich allgemein dafür, daß das Herz das erſte Organ ſei, welches bei dem Embryo ſich bilde, und in Folge dieſes Beobachtungsfehlers glaubten ſie, daß von dem Herzen als Centralpunkt aus eigentlich die Entſtehung ſämmtlicher anderer Organe bedingt werde, und das Herz demnach eben ſo wichtig für die Embryonalbildung ſei, als es für das ſpätere Leben erſcheint. Der Irrthum in der Beobachtung rührte hauptſächlich von dem Umſtande her, daß die älteren Beobachter die ſo durchſichtigen Uranlagen des Nervenſyſtemes überſahen, das Herz dagegen ſeiner rothen Farbe und lebhaften Bewegungen wegen bald unterſchieden. Wenn indeß dieſe Anſicht auch durch ſpätere Unterſuchungen ſich als falſch

erwieſen hat, ſo kann dennoch das frühzeitige Erſcheinen des Herzens als ein weſentlicher Charakter der Wirbelthiere angeſehen werden. Bei vielen wirbelloſen Thieren iſt das Herz das letzte Organ, deſſen Anlage man unterſcheiden kann; bei allen ohne Ausnahme ſind die meiſten Organe des Leibes ſchon auf einer bedeutenden Stufe der Ausbildung angelangt, ehe das Herz ſich zu zeigen beginnt. Bei den Wirbelthierembryonen hingegen muß man, um die erſte Bildung des Herzens zu ſehen, auf die früheſte Zeit der embryonalen Entwickelung zurückgehen, auf diejenige Zeit nämlich, wo der Embryo noch ganz flach mit der Bauchfläche über dem Dotter ausgebreitet iſt, die primitiven Hirnblaſen, die Chorda und die erſten Wirbelplatten eben angelegt ſind und die Kopfdarmhöhle in ihrer Entſtehung begriffen iſt. Der Embryo beginnt zu dieſer Zeit mit dem Kopfende ſich von der Dotterfläche abzuheben. Während nun das Kopfende ſich loslöst und eine untere freie Fläche zeigt, erblickt man an dieſer Bauch- oder Dotterfläche des Kopfes eine cylindriſche Zellenanhäufung, welche in der ganzen Länge des Kopfes von vorn nach hinten verläuft und die ſich in der durch Spaltung abgezweigten vorderen Wand der Kopfdarmhöhle differenzirt hat. Etwa in der Gegend, wo das Nachhirn endet, oder noch ein wenig hinter dieſem Orte, nämlich an der Stelle, wo die vorderen Extremitäten hervorbrechen werden, läuft dieſe Zellenanhäufung in zwei ſeitliche Schenkel aus, die ſich unbeſtimmt nach der Seite hin über die Grenze des Embryo's ausdehnen und auf der Dotterfläche verlieren, ohne genau begrenzt werden zu können. Dieſer ſolide, hinten zweiſchenkelige Zellencylinder iſt die Uranlage des Herzens, die anfangs ganz horizontal und gerade auf dem Dotter liegt, oder vielmehr zwiſchen dem Vorderende des Embryo nach außen und dem Dotter nach innen eingeſchloſſen iſt. Bei den Säugethieren, wo durch die Entwickelung der Kopfbeuge der vordere Theil des Kopfes, wie oben ausgeführt wurde, gegen den Dotter hin eingeknickt wird, behält das Herz ſo ziemlich ſeine horizontale Lage, bei den Fiſchen aber z. B., wo die Kopfbeuge nur angedeutet, die Nackenbeuge aber etwas ſtärker

entwickelt ist, stellt sich das Herz zu einer gewissen Zeit des Embryonallebens fast senkrecht gegen die Körperaxe.

Bei diesen letzteren Thieren, deren Embryonen außerordentlich durchsichtig sind, kann man sich sehr leicht überzeugen, daß das Herz ursprünglich eine vollkommen solide Zellenmasse darstellt, die keine Höhlung in ihrem Inneren enthält. Nach und nach entwickelt sich diese Höhlung in der Axe des Herzstranges, und zwar wahrscheinlicher Weise durch Auseinanderweichen, vielleicht auch durch theilweise Auflösung der Zellen, die in dem Centrum des Stranges sich befinden. Sobald diese innere Höhlung angelegt ist, beginnen auch die abwechselnden Zusammenziehungen des Herzens, obgleich dasselbe nur noch aus einfachen runden Zellen besteht, welche sich noch nicht zu Fasern ausgebildet haben. Die meisten neueren Beobachter haben sich von dieser Thatsache überzeugt, und manche derselben haben in diesen Zusammenziehungen eines nur bloß noch aus Zellen zusammengesetzten Organes mit vollem Rechte einen Beweis der Contractilität der ursprünglichen Zellen gesehen. Gewiß ist auch, daß die Höhle des Herzschlauches in der ersten Zeit ihrer Bildung durchaus für sich abgeschlossen ist, daß diese Höhle anfänglich weder nach vorn in Gefäße des Embryo, noch auch nach hinten in die beiden Schenkel der Herzanlage sich fortsetzt, und daß die in ihr befindliche Flüssigkeit durch die rhythmischen Zusammenziehungen des Herzschlauches abwechselnd hin- und herbewegt wird, ohne einen Ausgang zu finden. Man kann dies am leichtesten aus dem Umstande ersehen, daß öfters einige Zellen von der inneren Herzwand sich loslösen und dann in der Herzhöhle mit der darin enthaltenen Flüssigkeit auf und nieder getrieben werden, ohne aus dem Herzschlauch entweichen zu können.

Es geht aus diesen Beobachtungen, in welchen die neueren Forscher bei den verschiedensten Thieren übereinstimmen, hervor, daß das Herz durchaus isolirt für sich entsteht, daß seine Höhlung ursprünglich mit keinen Gefäßen im Zusammenhange ist, und daß diese Höhle als ein großer Intercellularraum angesehen werden muß, dessen Wände durch die Zellenmassen des Herz-

ſchlauches gebildet werden. Es iſt in dieſer letzteren Beziehung völlig gleichgültig, ob dieſer innere Raum durch Auflöſung und Zerfließen der centralen Zellen des Herzſchlauches gebildet werde, oder aber durch Auseinanderweichen derſelben; welches letztere indeß aus dem Grunde wahrſcheinlicher iſt, weil oft einzelne losgeriſſene Zellen im Inneren herumgetrieben werden. In beiden Fällen bleibt indeß die Bedeutung der Herzhöhle als Intercellularraum weſentlich beſtehen.

Während man die erſte Bildung des anfänglichen Herzſchlauches beobachtet, entwickelt ſich zugleich auf der Oberfläche des Schleimblattes in der Umgebung des Embryo eine eigenthümliche Schicht von Zellen, welche hauptſächlich dazu beſtimmt ſind, die erſten Elemente des Blutes in ſich auszubilden. Im ganzen Umfange eines Kreiſes nämlich, den man von der Mitte des Embryo aus ziehen würde, und deſſen Durchmeſſer etwa um ein Viertheil länger ſein würde, als der Embryo; — in dem Umfange eines ſolchen Kreiſes, ſage ich, kann man bald nach dem Erſcheinen der erſten Anlage des Herzens eine hautartige Zellenſchicht unterſcheiden, welche ein gefleckes Anſehen bietet, indem dunklere Inſeln von Maſchen hellerer Subſtanz durchzogen ſind. Dieſe hautartige Zellenſchicht, welche anfangs mit dem Schleimblatte in engem Zuſammenhange ſteht, ſpäter aber von ihm abgelöst werden kann, iſt dasjenige, was ältere und neuere Embryologen das Gefäßblatt genannt haben. Trotz der Trennung, welche man zwiſchen dieſem Gefäßblatte einerſeits und dem Schleimblatte andererſeits vornehmen kann, darf indeß daſſelbe dennoch nicht mit den anderen Blättern der Keimhaut in gleichen Rang geſtellt werden, da es, wie wir ſogleich ſehen werden, an der Bildung der Organe des Körpers keinen Antheil nimmt, ſondern außerhalb des Embryo auf dem Dotter verbleibt. Um dieſer Urſache willen möchte es geeigneter ſein, dieſes Gefäßblatt unter dem Namen der blutbildenden Schicht oder des Bluthofes zu bezeichnen.

In ihrer Peripherie iſt die Blutbildungsſchicht rundum durch einen dunkleren Kreis genau abgegränzt, der nur dem Kopfende

des Embryo gegenüber unterbrochen ist. Beobachtet man nun die Blutbildungsschicht weiter in ihrer Entwickelung, so sieht man, daß in dem Umkreise der dunklen Stellen die helleren Zwischenlagen allmählich auseinander weichen, daß sich solide Zellenstränge bilden, welche maschenartig zusammenhängen und hellere Inseln umgeben, in denen man oft Haufen dunkler Zellen sieht. Die Maschenstränge begränzen sich mehr und mehr, bilden ein dichtes Netz, werden nun im Inneren in derselben Weise hohl, wie das Herz schon gewesen war, erweitern sich hie und da und bilden so endlich ein Netz dickwandiger plumper Kanäle, in welchen Haufen von dunklen Embryonalzellen abgelagert sind, die sich zu Blutkörperchen ausbilden. Anfangs erscheinen diese in der Blutbildungsschicht entstandenen Maschengefäße noch für sich isolirt. Sobald sie aber so weit herangebildet sind, daß man ihre Höhlen bemerken kann, haben sich diese Höhlen auch von beiden Seiten her mit den hinteren Schenkeln des Herzschlauches verbunden und in diese geöffnet. Mit der Herstellung dieser Verbindung beginnt auch der erste Kreislauf, indem die rhythmischen Zusammenziehungen des Herzens, welche schon vorher thätig waren, auch auf die in den Maschengefäßen der Blutbildungsschicht befindliche Flüssigkeit ihre Wirkung fortpflanzen. Um diesen ersten Kreislauf zu begreifen ist es indessen nöthig, auch diejenigen Gefäße zu berücksichtigen, welche sich in dem Körper des Embryo selbst gebildet haben. Der Herzschlauch selbst hat sich nämlich während der Ausbildung der Gefäße verlängert und S förmig zusammengekrümmt. Während man früher sein vorderes Ende nicht deutlich unterscheiden konnte, kann man sich jetzt überzeugen, daß er nach vorn eben so wie nach hinten in zwei Schenkel sich theilt, die sich gegen die Schädelbasis hin um die Speiseröhre herumbiegen, über derselben und unter der Wirbelsaite nach hinten zu sich vereinigen, und so einen kurzen Stamm bilden, der längs der Chorda gegen den Schwanz hin verläuft. Der Herzschlauch endigt also nach vorn in zwei Aortenbogen, welche durch ihre Vereinigung eine mittlere Aorta bilden.

Fig. 97. Ein etwa 26 Tage alter Hundeembryo, fünfmal vergrößert, von der Seite gesehen.

a. Vorderhirn. b. Zwischenhirn. c. Mittelhirn. d'. kleines Gehirn. d. Nachhirn. e. Auge. f. Ohrbläschen, durch einen Stiel (Hörnerven) mit dem Nachhirn zusammenhängend. g. Oberkiefer. h. Unterkiefer (erster. Kiemenbogen). i. Zweiter Kiemenbogen. k. Rechte Vorkammer des Herzens. l. Linke Kammer. m. Rechte Kammer. n. Aortenstiel. o. Leber. p. Herzbeutel. q. Darmschlinge, in welche das Nabelbläschen s. mit seinem Stiele r. einmündet. t. Allantois. u. Amnios. v. Vordere Extremität w. Hintere Extremität. x. Wirbelsäule. y. Schwanz. z. Nase. 1. Kopfbeuge. 2. Nackenbeuge.

Diese theilt sich in ihrem Verlaufe nach hinten zu in zwei seitliche Stämme, die längs der Wirbel bis zu dem Körperende verlaufen und nach beiden Seiten hin quere Aeste aussenden, die sich ebenfalls in der Blutbildungsschicht verzweigen.

Der erste Kreislauf des Embryo geht demnach in folgender Weise vor sich. Aus dem S förmig gekrümmten Herzschlauche wird das Blut in die beiden Aortenbogen getrieben, strömt durch die anfangs ganz einfache Aorta, dann durch die beiden aus derselben entstehenden Wirbelarterien nach hinten, und vertheilt sich endlich in maschenförmigen Netzen durch die aus den Wirbelarterien entspringenden seitlichen Dotterarterien auf der Bildungsschicht. Der dunkele Kreis, welcher die Peripherie dieser Schicht

begränzte, hat sich in ein zusammenhängendes Gefäß, die sogenannte Kreisvene, umgewandelt, welche den Embryo fast überall umgiebt, in der Nähe des Kopfes aber einbiegt und so zwei Stämme bildet, in welchen das Blut gegen die beiden Schenkel des Herzschlauches hinströmt. Ebenso sammelt sich, dem Hintertheile des Embryo entsprechend, das Blut in zwei seitlichen Stämmen, in welchen es von hinten nach vorn gegen die Herzschenkel strömt, um von da aus durch das Herz die Bahn von neuem wieder zu beginnen. Betrachtet man einen Embryo aus dieser Periode, der mit ausgebreitetem Gefäßblatte auf dem Rücken liegt, so erscheint der Fötus als die Axe zweier Halbmonde, die mit ihren hinteren Spitzen zusammenstoßen, vorn aber von einander getrennt sind. Die äußere Peripherie dieser Halbmonde wird von der Kreisvene, die innere von den sogenannten Nabelblasenvenen gebildet; — in der Mitte etwa hängen die Halbmonde durch zwei vorspringende Zipfel, die Herzschenkel, mit dem Herzschlauche zusammen. Es erscheint also dieser erste Kreislauf im Verhältniß zu dem Embryo als ein durchaus äußerlicher. Maschenartige, den Capillaren entsprechende Gefäße zeigen sich nur in der Blutbildungsschicht, nicht aber in der Embryonalsubstanz, in welcher außer der Aorta und den beiden Wirbelarterien durchaus keine Gefäße sich finden. Der erste Kreislauf ist also offenbar darauf berechnet, ein Capillarnetz in der Blutbildungsschicht in größter Nähe mit dem Dotter auszubilden, und damit die Zufuhr von Substanz aus dem Dotter zu vermitteln.

Es würde für den Zweck unserer Darstellung zu weit führen, wollten wir hier auseinander setzen, in welcher Weise dieser erste Kreislauf sich allmählich abändert und wie er durch die mannigfaltigsten Umbildungen in diejenige Form übergeht, welche wir bei dem ausgetragenen Fötus erblicken. Der Herzkanal, der früher einfach war, schlingt sich allmählich mehr und mehr zusammen, erweitert sich an gewissen Stellen, während er an anderen sich zusammenschnürt, und entwickelt sich endlich durch die mannigfaltigsten Verwachsungen zu jener Form des Herzens, welche wir in einem früheren Briefe bei dem Erwachsenen kennen gelernt

haben. Mit der weiteren Ausbildung der embryonalen Organe entstehen auch in diesen Gefäße, welche ihrem Verlaufe nach die mannigfaltigsten Metamorphosen durchgehen, ehe die bleibende Gestalt des Kreislaufes hervorgebracht ist. Man hat sehr oft behauptet, die Organe entstünden gleichsam durch Ablagerung aus den Gefäßen; — es bildeten sich erst Gefäßschlingen, in deren Zwischenräumen sich dann die Substanz der Organe niederschlüge und anhäufte. Die Beobachtung thut im Gegentheile dar, daß alle Organe ohne Ausnahme bei ihrer Entstehung aus compacten Zellenhaufen gebildet sind, in denen erst später Gefäße auftreten, und zwar kann man mit vollkommener Sicherheit den Satz aufstellen, daß sich später erst dann Gefäße in den Organen bilden, wenn die Zellen derselben sich zu differenziren und in besondere Gewebtheile umzubilden beginnen. So lange ein Organ aus primitiven Embryonalzellen besteht, die überall gleichförmig sind, genügt die Lebensthätigkeit dieser Zellen zu der Ernährung und Fortbildung des Organs. Sobald aber die Zellen in specielle Elementartheile überzugehen beginnen, hier Fasern, dort Epithelien, Nervenröhren oder Muskelcylinder aus sich entwickeln, zeigen sich auch an bestimmten Orten Gefäße, deren Capillaren bei dem allmählichen Zugrundegehen der Zellenvegetation der Ernährung des Organs vorstehen. Die Gefäße bilden sich demnach wie andere Elementartheile auf dem Platze selbst durch die Differenzirung der primitiven Zellen. Sie wachsen weder in die Organe hinein, noch aus denselben hinaus.

Es fragt sich indessen, auf welche Weise die Gefäße entstehen, und wie man dieselben der Zellentheorie gegenüber ansehen muß. Was nun zuerst das Herz und die großen Gefäße, der Blutbildungsschicht sowohl als auch des Embryo, betrifft, so unterliegt es keinem Zweifel mehr, daß dieselben durch Auseinanderweichen ursprünglich compacter Zellenstränge sich bilden. Nicht nur an dem Herzen hat man diese Entstehungsweise direct beobachtet, sondern auch an den Stämmen und Aesten der Gefäße, welche sich in der Blutbildungsschicht erzeugen. Die auseinander gewichenen Zellenmassen bilden die Wandungen dieser

primitiven Gefäßrinnen, und anfangs ist der Zusammenhang derselben noch so lose, daß man öfters beobachtete, wie Zellen von diesen Wandungen sich loslösten und in dem Blutstrome mit fortgerissen wurden. Allmählich verschmelzen die Begränzungszellen der Gefäße inniger mit einander und bilden dann eine gesonderte Gefäßwandung, in welcher sich meistens Fasern entwickeln. Neuere Beobachtungen machen es wahrscheinlich, daß alle Gefäße, welche in primitiver Zeit bei Embryonen auftreten, Wandungen besitzen, die aus mehrfachen Zellenlagen hervorgegangen sind, daß demnach alle Gefäße, welche in der ersten Zeit entstehen, als wahre Intercellularräume betrachtet werden müssen, die sich zwischen den Zellenanhäufungen ausgehöhlt haben. Man hatte die Folgerungen aus diesen Beobachtungen sogar so weit getrieben, daß man behauptete, alle diese Gefäße würden durch den Stoß des Herzens ausgehöhlt, das durch seine Zusammenziehung die in ihm enthaltene Flüssigkeit gleichsam in die losen Zellenanhäufungen hineinspritze. Abgesehen davon, daß eine solche Erklärung geradezu absurd genannt werden kann, indem es unmöglich wäre, zu begreifen, aus welchem Grunde die Blutbahnen sich überall bei tausend und aber tausend Embryonen an demselben Orte aushöhlen, und wie ein aus losen Zellenmassen bestehendes Herz Kraft genug entwickeln könne, um durch die von ihm bewegte Flüssigkeit andere Zellenanhäufungen auseinander treiben zu können; abgesehen hiervon, sage ich, liegen auch bestimmte Beobachtungen vor, daß solche Intercellularräume sich durchaus abgesondert bilden und dann erst mit den schon bestehenden Blutbahnen in Communication treten. Wo aber die nackte Thatsache widerspricht, da bedarf es keiner weiteren Widerlegung.

Die Capillargefäße des Körpers entstehen in ganz anderer Weise, als die größeren Stämme und diejenigen embryonalen Gefäße, welche auf dem Fruchthofe z. B. sich ausbreiten. Man sieht zuerst helle kernhaltige Zellen mit abgerundeten Ecken, welche sich aneinander legen und durch Verschmelzung der Zwischenwände etwas weitere Röhren bilden, die in die größeren Stämme sich öffnen. Später sprossen aus diesen Zellen zarte faserartige

Spitzen und Ecken hervor, welche sich rasch verlängern, durch das Gewebe hindurch fortwachsen, und endlich zu einem Netze feiner Kanäle mit einander verschmelzen, das so eng ist, daß nur Blutwasser darin circuliren kann. Durch den Andrang des Blutstromes erweitern sich diese Kanälchen, von Zeit zu Zeit schlüpft ein Blutkörperchen hinein, welches sich durchdrängt, und so wird allmählich das vollständige Netz hergestellt, und jedes Gefäßchen hinlänglich erweitert, um Blutkörperchen durchzulassen.

Das Blut ist, wie wir in einem früheren Briefe weitläufig auseinandersetzten, keine homogene Flüssigkeit, sondern aus einem farblosen Serum und gefärbten Blutkörperchen zusammengesetzt, die bei jedem Thiere eine ganz eigenthümliche Form und Größe besitzen und von allen anderen Gewebtheilen sich auf den ersten Blick unterscheiden. Es fragt sich nun, in welcher Weise diese eigenthümlichen Gewebelemente des Blutes entstehen? Man hat über diesen Punkt die mannigfaltigsten Untersuchungen angestellt, und während früher mancherlei Widersprüche in den Beobachtungen sich zeigten, scheinen diese jetzt zu einem befriedigenden Ganzen vereinigt werden zu können.

Die ersten Blutzellen, denn so muß man ohne Zweifel dieselben benennen, sind weiter nichts als Zellenhaufen, sowohl von den Organen, als von der Blutbildungsschicht. Wir haben gesehen, daß in dem Herzen sowohl wie in den größeren Gefäßen, sobald ihre Höhlung sich zu entwickeln beginnt, einzelne innere Zellen oder auch ganze Zellenhaufen losgelöst und in den Blutstrom mit fortgerissen werden. Dasselbe findet Statt mit den dunkleren Zellenmassen in der blutbildenden Schicht, um welche herum sich Gefäßrinnen bilden. Sobald diese mit der Herzhöhlung in Verbindung getreten sind, werden die dunkleren Zellen durch den mitgetheilten Stoß des Herzens allmählich in Bewegung gesetzt, fortgerissen, und bilden so die ersten Blutkörperchen, welche sich anfangs in nichts von den ursprünglichen Embryonalzellen unterscheiden. Sie sind durchaus farblos, rund, von weit bedeutenderer Größe als die platten Blutkörperchen des Erwachsenen, und zeigen wie alle Embryonalzellen deutliche

Kerne und körnigen Inhalt. Der Inhalt dieser ersten Blutzellen namentlich entspricht ganz demjenigen der übrigen primitiven Zellen, weshalb er bei den Fröschen z. B. aus mehr festen Dottertäfelchen besteht, bei den Säugethieren feinkörniger Natur ist. Die Umwandlung dieser Zellen in gefärbte Blutkörperchen geht in der Weise vor sich, daß der körnige Inhalt nach und nach aufgesogen wird und verloren geht, daß die ursprünglich bedeutend große Zelle kleiner wird, sich abplattet, durch Theilung in zwei kleinere Zellen sich spaltet, und daß die kleineren Zellen sich mit Blutfarbstoff füllen, der bekanntlich in der Masse der Blutkörperchen durchaus gleichförmig vertheilt ist. Die spätere Vermehrung der Blutzellen geschieht dann, wie wir oben sahen, durch Theilung.

Die wesentlichsten Resultate, welche wir über die Bildung der Gefäße und des Blutes besitzen, lassen demnach alle größeren Gefäße so lange als Intercellularräume erscheinen, bis sie sich allmählich durch Differenzirung ihrer Wandungen als selbstständige Röhren hinstellen, während die Capillargefäße innere Zellenhöhlen sind, die in diese Intercellularräume sich öffnen. Die Beobachtung läßt ferner die Blutkörperchen theils aus ursprünglich losgerissenen Embryonalzellen hervorgehen, theils auch innerhalb der schon gebildeten Gefäße in besonderen Blutbildungsherden neu entstehen. Bei den Säugethieren läßt sie die Leber als solchen späteren Blutbildungsherd erscheinen.

Der Uebergang des embryonalen Kreislaufes in denjenigen, welcher nach der Geburt und bei dem Erwachsenen sich zeigt, bildet einen zu wichtigen Abschnitt in der Geschichte des Fötus, als daß wir nicht einige Augenblicke bei demselben verweilen sollten. Wir haben gesehen, daß bei dem Erwachsenen das Herz vollkommen in zwei Hälften, eine linke und eine rechte, geschieden ist; daß aus der linken Herzhälfte das Blut in den ganzen Körper getrieben wird, durch die Capillaren des Körpers und die Körpervenen in das rechte Herz strömt, von dort aus mit erneuter Kraft den Lungen zueilt, und aus diesen in die linke Herzhälfte zurückkehrt. Wir haben ferner gesehen, daß nur inner-

halb der Capillargefäße das Blut seine Beschaffenheit ändert, und daß beim Erwachsenen kein anderer Zusammenhang zwischen arteriellem und venösem Blute gegeben ist, als durch Vermittelung der Capillaren. Diesen Verhältnissen gegenüber haben wir den ersten Kreislauf des Blutes im Embryo im Anfange dieses Briefes beschrieben, dessen wesentlicher Charakter darin besteht, daß man keinen Unterschied zwischen venösem und arteriellem Blute nachweisen kann, daß das Herz nur einen einfachen Schlauch darstellt, von welchem aus das Blut längs des Körpers hinabläuft, ohne in die Substanz desselben sich zu vertheilen; es geht vielmehr in seiner Gesammtheit durch die Nabelarterien auf die Nabelblase über, um dann durch die Nabelvene in den einfachen Herzschlauch zurückzukehren. Es fragt sich nun, wie sich diese beiden Extreme vermitteln, und namentlich, wie der letzte Kreislauf des Embryo unmittelbar vor der Geburt sich verhalte.

Ursprünglich fanden sich nur zwei Aortenbogen, die, ohne Aeste abzugeben, sich unter der Wirbelsäule vereinigten, um die große Körperarterie, die Aorta, zu bilden. Nach und nach entwickeln sich aber eben so viele Gefäßbogen aus dem Herzen, als man Kiemenbogenpaare zählt. Alle diese Bogen umfassen den Schlund und vereinigen sich über demselben in der Aorta. Sehr schnell verkümmern aber mehrere dieser Bogen, während andere, besonders ein linker und ein rechter, sich stärker ausbilden. Zugleich entwickelt sich die Scheidewand der Herzkammern, so daß der eine dieser übriggebliebenen arteriellen Aortenbogen der linken, der andere der rechten Herzhälfte angehört. Statt eines doppelten, durch eine senkrechte Scheidewand getheilten Vorhofes sieht man zu dieser Zeit nur einen einfachen Venensack, in welchen die von oben und unten kommenden venösen Gefäße einmünden. Die Nabelblase ist geschwunden mit ihrer ganzen Circulation; dagegen hat sich die Placenta durch Mithülfe des Harnsackes hervorgebildet, und die Körperorgane erhalten sämmtlich Blut durch Arterien, welches sie durch Venen dem Herzen wieder zusenden. So hat sich allmählich eine

eigenthümliche Form des Kreislaufes herangebildet, deren wesentlicher Charakter darin besteht, daß die obere und untere Körperhälfte aus verschiedenen Herzhälften versorgt werden, und ein Theil des Blutes außerhalb des Embryo nach der Placenta hin getrieben wird, um dort den Austausch mit der Blutmasse der Mutter zu besorgen. Das Blut strömt bei dieser Zwischenform des Kreislaufes aus der linken Herzkammer durch ein bedeutendes Gefäß, die linke oder obere Aorta, hervor und vertheilt sich nach dem Kopfe und den oberen Extremitäten. Aus den Capillaren dieser Gebilde sammelt es sich wieder in einen einzigen Stamm, die obere Hohlvene, welcher sich in den gemeinschaftlichen Venensack, doch etwas mehr gegen die rechte Seite hin, öffnet. Aus diesem in die rechte Kammer getrieben läuft das Blut durch die untere oder rechte Aorta hervor, welche im Bogen sich gegen die Wirbelsäule hin krümmt, Zweige an Lunge, Leber und alle Eingeweide giebt und zuletzt sich in die Extremitäten vertheilt. In der Bauchhöhle aber giebt diese untere Aorta zwei Arterienstämme ab, die Nabelarterien, die früher dem Harnsacke angehörten und nun durch den Nabelstrang nach der Placenta hingehen, um dort sich zu vertheilen. Das Blut der rechten Aorta, des rechten Ventrikels, versorgt also die untere Körperhälfte, die Eingeweide und die Placenta. Von den Extremitäten kehrt es durch die unteren Venen, von der Placenta durch eine Nabelvene zurück, und vermischt sich mit dem aus der Leber kommenden Blute in einem großen Gefäße, der unteren Hohlvene, die in den gemeinschaftlichen Venensack, doch etwas mehr nach links hin, sich öffnet. Das Blut der unteren Hohlvene strömt dieser Richtung der unteren Hohlvene zufolge mehr in den linken Ventrikel und beginnt von diesem aus wieder seine Bahn durch die linke oder obere Aorta.

Die obere Körperhälfte erhält demnach einzig und allein Blut aus dem linken Ventrikel, dessen Aorta sich ganz in derselben vertheilt, und sendet das Blut sämmtlich in die rechte Vorhofshälfte zurück. Die linke Aorta wird aber besonders durch die untere Hohlvene gespeist, welche das von der Placenta

zurückkehrende Blut enthält. Dieſes war aber mit dem Blute der Mutter in Wechſelwirkung, und hat dadurch analoge Veränderungen erfahren, wie diejenigen, welche ſpäter in den Lungen erzielt werden. Daraus erklärt ſich die vorwiegende Entwickelung der oberen Körperhälfte in der früheren Zeit des Embryonallebens. Die untere Körperhälfte erhält durch Vermittelung der oberen Hohlvene, des rechten Ventrikels und der rechten unteren Aorta faſt nur Blut, welches ſchon die Capillarſyſteme der oberen Körperhälfte durchlaufen hat, dem aber durch die, in dem gemeinſchaftlichen Venenſack des Herzens gegebene Communication, einiges von der Placenta herkommende Blut beigemiſcht wird. Der Lungenkreislauf beſteht zu dieſer Zeit aus einem höchſt geringen Arterienzweige, der von der rechten Aorta abgeht, und aus einer kleinen Vene, welche in die untere Hohlvene zurückkehrt. Bedeutender iſt ſchon der Leberkreislauf, indem einerſeits das von den Eingeweiden kommende Blut ſich in eine Pfortader ſammelt, die ſich in der Leber verzweigt, anderſeits auch die von der Placenta zurückkommende Nabelvene Zweige in die Leberſubſtanz abgiebt. Die ſo aus der Pfortader und den Nabelvenen gebildeten Capillarien der Leber ſammeln ſich in Lebervenen, welche ſich in die untere Hohlvene ergießen.

Während nun der Fötus der Reife ſich nähert, bildet ſich allmählich eine Scheidewand in dem gemeinſchaftlichen Venenſacke aus, die denſelben in zwei Vorhöfe abſcheidet, welche aber noch immer durch eine bedeutende Communicationsöffnung, das eirunde Loch (foramen ovale), durchbrochen iſt. Die beiden Aorten haben ſich aneinander gelegt und ſind mit einander verſchmolzen an der Stelle, wo ſich der Bogen der rechten Aorta nach hinten hinwandte. Die Lungenarterie iſt größer geworden. Der Bogen der rechten Aorta, von dem Urſprunge der Lungenarterie an bis zu der Vereinigungsſtelle, heißt jetzt der Arteriengang (ductus arteriosus Botalli). Die Circulation in der Leber hat ſich ſchärfer begränzt, und der geſammte Kreislauf hat jetzt bei dem reifen Fötus unmittelbar vor der Geburt folgende Anordnung (ſ. S. 637).

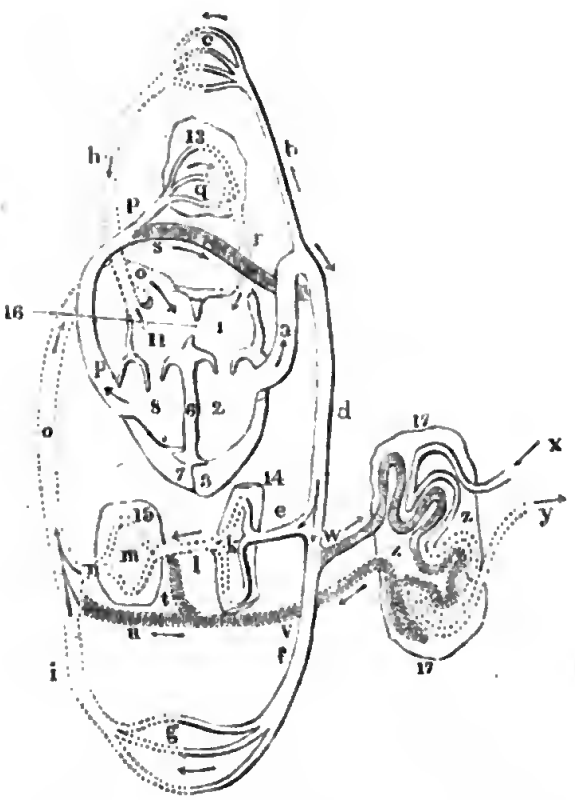


Fig. 98. Schematiſche Darſtellung des Blutkreislaufes der Frucht, kurze Zeit vor der Geburt. Die Figur iſt in ähnlicher Weiſe gehalten, wie die ſchematiſche Darſtellung des Blutkreislaufes des Erwachſenen, S. 26, und um die Vergleichung zu erleichtern, ſind dieſelben Zahlen und Buchſtaben zur Bezeichnung derſelben Gegenſtände verwendet. Die Haargefäßſyſteme ſind durch einfache Veräſtelungen angezeigt; alle zum Herzen führenden Gefäße (Venen) ſind mit punktirten Linien, alle vom Herzen wegführenden Gefäße (Arterien) mit zuſammenhängenden Contourlinien bezeichnet; kleine Pfeile zeigen die Richtung der Blutſtrömung. Diejenigen Gefäße, welche nach der Geburt obliteriren und durch dieſelben außer Thätigkeit geſetzt werden, ſind quer ſchraffirt.

1. Linker Vorhof. 2. Höhle der linken Kammer. 3. Spitze des Herzens. 6. Scheidewand der Kammern. 7. Spitze der rechten Kammer. 8. Höhlung der rechten Kammer. 11. Rechter Vorhof. 13. Lunge. 14. Darm. 15. Leber. 16. Das eirunde Loch (foramen ovale), welches die Scheidewand der Vorhöfe durchbricht und eine Communication zwiſchen rechtem und linkem Vorhof herſtellt, die ſpäter zuwächſt. 17. Mutterkuchen (Placenta).

a. Arterieller Körperſtrom (linke Aorta). b. Arterieller Strom für den Oberkörper. c. Capillarſyſtem des Oberkörpers. d. Arterieller Strom für

den Unterkörper. e. Arterieller Strom für die Verdauungsorgane. f. Arterieller Strom für die Beine. g. Capillarſyſtem des Unterkörpers. h. Venöſer Strom vom Oberkörper (obere Hohlvene). i. Venöſer Strom vom Unterkörper. k. Capillarſyſtem der Verdauungsorgane. l. Pfortader. m. Capillarſyſtem der Leber. n. Lebervenen. o. Untere Hohlvene. p'. Rechte Aorta. p. Lungenarterien. q. Capillarſyſtem der Lungen. r. Lungenvene. s. Botalliſcher Gang (Ductus arteriosus Botalli). t. Aeſte der Nabelvene zur Pfortader. u. Gang von der Nabelvene zur Hohlvene (Ductus venosus Arantii). v. Nabelvene. w. Nabelarterien. x. Arterielle Gefäße des mütterlichen Uterus. y. Venöſe Gefäße des mütterlichen Uterus. z. Capillarſyſtem der Placenta.

Aus der linken Herzkammer ſtrömt das Blut durch die linke Aorta im Bogen aus und vertheilt ſich in die Gefäße der oberen Körperhälfte. Unmittelbar hinter der Abgabeſtelle dieſer Gefäße öffnet ſich der Bogen in denjenigen der abſteigenden, aus dem rechten Ventrikel kommenden, Aorta, die alſo auch einiges Blut aus dem linken Ventrikel erhält. Das nach Kopf und Armen vertheilte Blut der linken Aorta kehrt durch die obere Hohlvene in den rechten Vorhof zurück und wird von der rechten Kammer durch die rechte Aorta ausgetrieben. Ein Theil dieſes Blutes (der geringere) ſtrömt durch die Lungenarterie in die Lungen, die Hauptmaſſe durch den rechten Aortenbogen (den Botalliſchen Gang) in die abſteigende Aorta, und vertheilt ſich in die Eingeweide und die unteren Extremitäten. Zwei große Zweige dieſer abſteigenden Aorta, die Nabelarterien, führen das Blut in die Placenta und durch die Nabelvene aus dieſer wieder zurück. Das Blut der hinteren Extremitäten ſtrömt durch die untere Hohlvene nach dem Herzen. Dieſer untere Hohlvenenſtamm nimmt bei ſeinem Durchgange durch die Leber einen großen Aſt der Nabelvene auf, den ſogenannten Venengang (ductus venosus Arantii). Das übrige Blut der Nabelvene vertheilt ſich theils durch beſondere Zweige, theils mit der Pfortader in die Leberſubſtanz, und ſämmtliches Blut der Leber kehrt durch Lebervenen in die untere Hohlvene zurück. Dieſe öffnet ſich mehr in die linke Vorhofshälfte, welche zugleich die Lungenvenen aufnimmt. Doch iſt die Oeffnung ſo gelegen, daß ſie auch theilweiſe in den rechten Vorhof ſchaut.

Bei dem reifen Fötus ist also die Lungencirculation vorbereitet durch Vergrößerung der Lungenarterie, obgleich noch der größte Theil des Blutes aus dem rechten Vorhof in die Aorta durch den Botallischen Gang überströmt. Ebenso ist die Scheidung der Vorhöfe schon bedeutend vorgeschritten. Mit der Geburt nun wird der Placentarkreislauf plötzlich abgeschnitten. Die Nabelgefäße werden verschlossen; die Lungenarterien bedeutend erweitert und der Botallische Gang allmählich außer Kurs gesetzt, wie der todte Arm eines Flußbettes. Er schließt sich nach und nach, und dann strömt alles Blut aus der rechten Kammer in die Lungen und durch dieselben zurück in den linken Vorhof. Die Mündung der unteren Hohlvene zieht sich ganz in den rechten Vorhof, in welchen die obere Vene von Anfang an einströmte; das eirunde Loch schließt sich, und damit ist der Uebergang in die Circulationsform des Erwachsenen und somit auch die Scheidung beider Blutarten, des arteriellen und venösen, vollendet. Zuweilen bleibt in Folge von Hemmungsbildungen entweder das Loch der Vorhofsscheidewand, oder der Botallische Gang offen, beide Blutarten mischen sich, und die Folge dieses abnormen Verhältnisses ist unvollständige Oxydation des Blutes und bläuliche Färbung desselben, die durch die Haut schimmert. Diese blausüchtigen Kinder leiden an allgemeinen Fehlern des Ernährungsprozesses, und wenn nicht die abnorme Communicationsöffnung sich schließt, so sind sie meist einem frühen Tode verfallen.

Achtundzwanzigster Brief.

Allgemeine Ueberſicht.

Die Entwickelung der einzelnen Organe für ſich abgeſondert betrachtet, wie wir bisher thaten, liefert kein Geſammtbild der Erſcheinungen im werdenden Individuum. Wir werden deshalb nun in kurzen Umriſſen darzuſtellen ſuchen, wie einerſeits die Ausbildung der Form im Allgemeinen, anderſeits auch diejenige der Lebensäußerungen voranſchreite, indem ſich aus dieſen Verhältniſſen manche wichtige Folgerungen für die geſammte Phyſiologie ergeben.

Die Naturphiloſophie, welche das ganze Thierreich auf einen einzigen Typus zurückzuführen und die allmähliche Entwickelung des Organiſchen aus einem belebten formloſen Stoffe, dem ſogenannten Urſchleime, darzuthun ſuchte, hatte ſich auch nicht ohne Glück der mangelhaften Kenntniſſe, die man über die Entwickelung des Embryo's zur damaligen Zeit hatte, bedient, um daraus die Analogie der embryonalen Entwickelung mit derjenigen des Thierreiches im Allgemeinen nachzuweiſen. Die mehr oder minder kugelförmige Geſtalt niederer Thiere ließ eben die Kugel als den Uranfang alles Organiſchen anſehen. Aus ſeinem kugeligen Uranfange, dem Ei, ſollte der Embryo, der Anſicht der Naturphiloſophen zufolge, eine Stufenfolge von Metamorphoſen durchlaufen, welche den im Thierreiche bleibend dargeſtellten Typen parallel gingen. Man behauptete, der Embryo ſei zu

gewissen Zeiten Qualle, Mollusk, Gliederthier, Fisch und Amphibium, und suchte diese Behauptung freilich mehr durch allgemeine Phrasen, als durch specielle Thatsachen zu erörtern. Wenn Einzelne es wagten, in diese Vergleichung der speciellen Verhältnisse einzugehen, so fielen diese Versuche unglücklich aus, wie denn z. B. eine Vergleichung des Baues der Mollusken und des Embryo's, die noch vor nicht sehr langer Zeit von einem Mitgliede der französischen Academie versucht wurde, in das Gebiet des Hochkomischen gehören würde, wenn sie nicht mit dem bitteren Ernste der eingebildeten Ueberzeugung vorgebracht worden wäre.

Das Thierreich bietet verschiedene Organisationstypen dar, die sich nach besonderen und eigenthümlichen Normen entwickeln. Einem solchen Organisationstypus gehören die sämmtlichen Wirbelthiere an. Alle Wirbelthiere sind nach einem und demselben gemeinschaftlichen Plane gebaut, der indeß vielfache Abänderungen und specielle Modificationen erfährt. Im Bereiche eines jeden Organisationstypus sind aber diejenigen Ansichten, welche die Naturphilosophie auf das gesammte Thierreich anwenden wollte, in gewisser Ausdehnung ganz richtig. Die Organe des Embryo durchlaufen in ihrer Entwickelung verschiedene Stadien, welche in den niederen Thieren, die demselben Organisationstypus angehören, während des ganzen Lebens bleibend sich erhalten. Die Aehnlichkeit, welche hierdurch zwischen den Embryonen und den niederen Thieren desselben Reiches hergestellt wird, erstreckt sich deshalb dennoch niemals auf völlige Gleichheit in der Anordnung sämmtlicher Organe. Der allgemeine Organisationsplan, welchem die Embryonen angehören, giebt sich durch einzelne Züge kund, die zwar an vielen Orten auftreten, stets aber mit speciellen Eigenthümlichkeiten verwebt sind, in welchen sich schon der spätere Bau des Embryo geltend macht. Durch diese speciellen Eigenthümlichkeiten gerade giebt sich aber der Embryo als werdender, nicht als fertiger Organismus zu erkennen. Es ist deshalb Aufgabe des Forschers in der Entwickelungsgeschichte, die Züge, welche dem allgemeinen Organisationsplan angehören, zu

trennen von denjenigen, welche der speciellen Eigenthümlichkeit sich unterordnen. Es giebt Züge, welche allen Wirbelthierembryonen gemeinschaftlich sind und nur bei den Embryonen vorkommen, ohne je bei einem erwachsenen Thiere bleibend dargestellt zu sein; — andere, die sich bleibend erhalten können, bei den höheren Wirbelthieren aber verschwinden; — noch andere endlich, welche nur nach dem Embryonalleben auftreten und sich während dem Ablaufe des selbstständigen Lebens ausbilden. Es würde zu weit führen, wollten wir hier nachweisen, wie diese verschiedenen Zeiten des Auftretens der einzelnen Charaktere im embryonalen Leben mit Glück benutzt werden können, um diese Charaktere selbst ihrer relativen Wichtigkeit nach gruppiren zu können. Unsere Aufgabe wird zunächst sein, die verschiedenen Punkte zu durchgehen, in welchen der Embryo des Menschen und der höheren Säugethiere mit der Organisation der niederen Wirbelthiere näher übereinstimmt.

Bei seinem ersten Auftreten besitzt der Embryo der Wirbelthiere einen platten Körper von Guitarrenform, in dessen Längslinie eine hohle Rinne, die Primitivrinne, sich befindet. So viel Embryonen man auch noch untersucht hat, so hat man doch nie diese Primitivrinne fehlen sehen, und stets bei allen Wirbelthieren sie als das erste differenzirte Organ kennen gelernt. Bei keinem Embryo wirbelloser Thiere hat man etwas Aehnliches entdeckt, und es kann deshalb die Primitivrinne unbedingt als charakteristisches Kennzeichen aller Wirbelthierembryonen ohne Ausnahme angesehen werden. Die primitive Gestalt des Gehirnes und Rückenmarkes, wie sie sich vor der Schließung der Primitivröhre zeigt, ist bei keinem erwachsenen Thiere hergestellt, und erst dann zeigen sich Aehnlichkeiten, wenn die Ränder der Primitivrinne sich zugewölbt haben und auch innerhalb des Nervensystems einzelne Gewölbtheile entstanden sind. Man kennt freilich bis jetzt ein einziges Thier, bei welchem, wie es scheint, keine primitiven Hirnblasen vorhanden sind; wenigstens sieht man an dem erwachsenen Amphioxus nur sehr unbedeutende Anschwellungen des cylindrischen Rückenmarkes, das nach vornen hin abgestumpft

endigt, ohne ein Gehirn unterſcheiden zu laſſen. In den einzelnen Hirntheilen ſelbſt gewahrt man bei verſchiedenen Thieren die mannigfaltigſten Annäherungen zu dieſer oder jener bleibend ausgedrückten Hirnbildung; — ſo in der urſprünglichen Kleinheit der Hemiſphären des großen Gehirns; in dem allmählichen Hinüberwachſen und Verdecken der Mittelhirnblaſe; in der urſprünglichen bedeutenden Aushöhlung dieſer letzteren, die nach und nach ſich mit feſterer Maſſe füllt; in dem urſprünglichen weiten Offenſtehen des Hinterhirns und der allmählichen Ueberwucherung deſſelben durch das kleine Gehirn. Alle dieſe verſchiedenen Entwickelungsphaſen des Gehirns laſſen ſich bei einzelnen Thieren Schritt für Schritt nachweiſen, obgleich ſie nicht alle Hand in Hand gehen, ſondern je nach dem ſpeciellen Typus derſelben ſich hier ausbilden, dort aber zurückbleiben. So entwickelt ſich z. B. das kleine Gehirn bei den Fiſchen weit bedeutender, als bei den Amphibien, wo es auf einer durchaus embryonalen Stufe zurückbleibt und nur ein ſchmales bandartiges Brückchen darſtellt, während das große Gehirn bei den Amphibien weit ausgebildeter iſt, als bei den Fiſchen. So zeigt ſich alſo auch hier bei dem beſondern Organe, was für die embryonale Entwickelung im Allgemeinen galt, nämlich: daß für die Bildungsſtufen der einzelnen Theile die Analogieen gefunden werden können, nicht aber für das Organ, oder den Embryo im Ganzen.

Die Entwickelung des Skelettes liefert durchaus ähnliche Thatſachen, deren Vergleichung ſogar noch weit mehr in's Einzelne getrieben werden kann, als beim Nervenſyſtem. Die Chorda iſt eben ſo gut als die Primitivrinne ein allgemeiner Charakter aller Wirbelthierembryonen; ſie fehlt bei keinem, und bei dem ſchon erwähnten niedrigſten Fiſche bildet ſie ſogar das einzige vorhandene Stück des Skelettes. Bei dieſem Thier zeigt ſich keine Spur knorpeliger Umhüllungskapſeln für das Gehirn und Rückenmark, keine Spur von Ringen um die Chorda, keine Spur von allen jenen Skeletttheilen, welche den Kopf bilden. Wenn bei allen übrigen Wirbelthieren und bei allen Embryonen vor dem Ende der Chorda im Schädel noch Bildungen ſich zeigen,

die nicht wesentlich zu derselben und somit zu dem Wirbelsysteme gehören, so ist dieses bei dem genannten Thiere nicht der Fall, und seine Chorda endigt unmittelbar an dem vorderen Körperende. Die Entwickelungsgeschichte dieses merkwürdigen Thieres würde mehr Aufklärungen für die Wissenschaft bieten, als ein Halbdutzend Reisen um die Welt auf schnellsegelnden Schiffen! Leider aber ist es der Fluch der Regierungen, daß sie die Bedürfnisse der Wissenschaft nicht kennen und ihre Hülfsmittel da verwenden, wo sie am wenigsten Früchte bringen. Durch die zahlreichen Untersuchungen über das Skelett, welche hauptsächlich seit dem Beginne dieses Jahrhunderts gemacht wurden, können wir bei verschiedenen Thieren alle Entwickelungsphasen desselben, wie wir sie bei dem Embryo sehen, bis auf einen gewissen Grad nachweisen. Wir haben Thiere mit persistirender Chorda und verknöcherten Wirbelfortsätzen, mit ringförmigen Wirbelkörpern, mit embryonaler Schädelbasis, mit knorpelig ungetheilter Gehirnkapsel, mit primitiven Kiemenbogen, mit losen Deckplatten; — kurz wir besitzen unter den Thieren alle möglichen Modificationen des Skelettes in's Unglaubliche variirt. Es würde zu weit führen, diese Thatsachen hier zu wiederholen, zumal da wir bei der Entwickelung des Skelettes schon hie und da auf dieselben hingewiesen haben.

Der primitive Zustand des Darmsystems zeigt sich bei keinem Wirbelthiere ausgebildet, und bei allen ohne Ausnahme ist der Darm eine Röhre, die oben und unten in Mund und After geöffnet ist. Allein gerade im Verhalten des Mundes und der Kiemenbogen lassen sich fast alle embryonalen Verhältnisse wieder finden, sobald man die niedersten Wirbelthiere in's Auge faßt. Bei vielen derselben bleiben die Kiefer durchaus auf dem Punkte der Kiemenbogen stehen, und die verschiedenen Metamorphosen dieser letzteren kann man gleichfalls Schritt für Schritt bei den Thieren nachweisen. Ein Gleiches gilt von dem Gefäßsystem. Alle successiven Constructionen des Herzens, von dem einfachen Schlauche bis zu dem viergetheilten Organe, alle diese verschiedenen Formen des Centralorgans, alle Veränderungen im Kreislaufe

innerhalb des Embryo selbst, finden sich bei verschiedenen Thieren verwirklicht, und bilden so eine Art Controle für die bei dem Embryo beobachteten Verhältnisse. Die vergleichende Anatomie ist deshalb, mit Vorsicht angewendet, eines der wichtigsten Hülfsmittel für die Entwickelungsgeschichte in formeller Hinsicht.

Ueberall in dem Körper sind Functionen und Organe wechselseitig an einander gebunden und keines ohne das andere denkbar. Die Function eines jeden Organes hängt von dem specifischen Bau desselben ab; — sobald diese Structur abweicht, wird auch die Function eine abweichende. Es ist deshalb ganz natürlich, daß mit der Entwickelung der Organe in dem Embryo auch diejenige der Functionen Hand in Hand geht und sich allmählich in dem Verhältnisse ausbildet, als die Organe selbst die ihnen zukommende Textur und Mischung erhalten. So wie die Ernährung des Fötus allmählich aus der gemeinsamen Zellenvegetation an das Blut übergeht und je nach den verschiedenen Gewebtheilen sich differenzirt, so erhebt sich die Function eines jeden Organes aus der ursprünglich allgemeinen Verschmelzung zu stets höher anwachsender Differenzirung, und die speciellen Functionen erscheinen erst, wenn auch die speciellen Gewebtheile sich für dieselben herangebildet haben. Für die sämmtlichen Organe des Körpers hat darüber, mit Ausnahme eines einzigen, nie ein Zweifel geherrscht. Es ist nie Jemanden eingefallen, behaupten zu wollen, daß die Absonderungsfähigkeit getrennt von der Drüse, die Zusammenziehungsfähigkeit getrennt von der Muskelfaser existiren könne. Es ist nie Jemanden eingefallen, zu behaupten, daß die Muskeln, die Drüsen, sämmtliche andere Organe erst angelegt und ausgebaut würden, und daß dann zu einer bestimmten Zeit die Function in dieselben hineinfahre und dort sich festsetze, um ferner mit diesen Organen als ihren Instrumenten zu wirthschaften. Die Absurdität einer solchen Idee ist so auffallend, daß man nicht einmal den Muth hatte, bei den genannten Organen an dieselbe zu denken.

Was man aber bei den erwähnten Organen als unbedingt absurd zurückweisen mußte, das fand man in Folge philosophischer

und theologiſcher Speculationen bei dem Gehirne ganz begreiflich. Man fand und findet theilweiſe es noch vollkommen natürlich, das Gehirn als ein Inſtrument zu betrachten, deſſen ſich die Seele bediene, um damit die ihr zukommenden Aeußerungen zu bewerkſtelligen. Je nachdem dieſes Werkzeug mehr oder minder vollkommen war, konnte auch die Seele gleichſam auf demſelben mehr oder minder vollkommene Stücke ſpielen. Damit war die Verſchiedenheit erklärt, die in den Seelenthätigkeiten des Einzelnen herrſcht. Mit dem Feſthalten dieſer Anſicht hatte man das gewonnen, daß man eben den Inbegriff jener Gehirnfunctionen, den man Seele nannte, als etwas Immaterielles, individuell für ſich Beſtehendes von dem Inſtrumente loslöſte und damit auch deſſen Fortbeſtehen nach der Vernichtung des Inſtrumentes behaupten konnte. Während man alſo bei allen übrigen Organen die Function in der Art betrachtete, daß man ſie als eine Eigenſchaft der das Organ in beſtimmter Form zuſammenſetzenden Materie begriff, machte man für das Gehirn eine Ausnahme, und betrachtete die Seele als eine getrennte Individualität, der man Unſterblichkeit und eine Menge anderer, überhaupt unmöglicher Eigenſchaften beilegte.

In Folge dieſer wunderlichen Vorſtellungsweiſe führte man die ſonderbarſten Streitigkeiten über den Zeitpunkt, in welchem die Seele in den Körper des Embryo gefahren ſei. Die Einen glaubten, dieſen Moment dann ſetzen zu müſſen, wenn die erſten Bewegungen des Fötus ſich zeigten. Die Seele ſollte ihre hohe Ankunft durch Zuckungen der Arme und Beine dem mütterlichen Organismus anzeigen und ihn dadurch zur ferneren Gewährung des Gaſtrechtes auffordern. Viele behaupteten, man könne ſich nicht recht vorſtellen, wie die Seele durch die geſchloſſenen Hüllen, durch das den Embryo umgebende Waſſer hindurch gelangen könne, und ſetzten daher den Zeitpunkt des Eintrittes der Seele in den erſten Athemzug, durch welchen gleichſam das in der Luft ſchwebende immaterielle Weſen in den Körper des Embryo eindringen ſollte. Noch andere endlich ließen die Seele durch den

Samen in das Ei gelangen und dort bis zur Geburt in latentem Zuſtande bleiben.

Aus dieſen verſchiedenen Anſichten entſprangen denn auch eigenthümliche Anwendungen, beſonders in Hinſicht auf die criminelle Geſetzgebung. Wenn die Seele es war, die das eigentlich Menſchliche oder Göttliche im Menſchen darſtellte, der Leib hingegen das vergängliche Inſtrument derſelben, ſo konnte ein Verbrechen gegen das Individuum erſt dann von Wichtigkeit werden, wenn die Seele wirklich in demſelben ſich befand. Die Vernichtung der Frucht nach dem Zeitpunkte des Eintrittes der Seele mußte deshalb ein weit ſtrafbareres Verbrechen werden, als diejenige des unbeſeelten Fötus, und die Geſetzgebung ſich demzufolge nach den Speculationen der Philoſophen und Theologen richten. Man unterſchied deshalb zwiſchen Abtreibung der Frucht und zwiſchen Kindesmord, und ſetzte den Zeitpunkt der Scheidung zwiſchen beiden Verbrechen je nach den verſchiedenen Anſichten auch verſchieden an.

Es war aber hauptſächlich die Theologie, die von jeher in allen Naturwiſſenſchaften ihr den Fortſchritt hemmendes Wort mitſprechen wollte, welche dieſe Vorſtellungen in die Entwickelungsgeſchichte hineinpflanzte und darin feſtzuhalten ſuchte. Die Seele war ihr ja zum Wirkungskreiſe angewieſen, ſie mußte für dieſelbe ſorgen, nicht nur ſo lange ſie in dem Körper weilte, ſondern auch nachdem ſie ihren irdiſchen Wohnſitz verlaſſen hatte, und um das Object ihres Daſeins nicht aus den Händen entſchlüpfen zu ſehen, mußte die Theologie um jeden Preis die Exiſtenz einer von dem Körper getrennten, immateriellen und nach dem Körpertode fortdauernden Seele behaupten.

Es bedarf wohl für den Leſer keiner ſpecielleren Darlegungen mehr, um ihm zu zeigen, in welcher Weiſe eine geſunde Phyſiologie die Frage auffaßt. Es giebt hier nur zwei Wege, die Sache anzuſehen. Entweder iſt die Function eines jeden Gewebtheiles, eines jeden Organes, ein ſpecielles, immaterielles Weſen, das ſich dieſes Gewebtheiles oder Organes nur als Inſtrument bedient; oder aber die Function iſt eine Eigenſchaft der Materie,

welche in bestimmter Form und Mischung vorhanden ist. In dem letzteren Falle sind aber auch die Seelenthätigkeiten nur Functionen der Gehirnsubstanz, entwickeln sich mit dieser und gehen mit derselben wieder zu Grunde. Die Seele fährt also nicht in den Fötus, wie der böse Geist in den Besessenen, sondern sie ist ein Product der Entwickelung des Gehirnes, so gut als die Muskelthätigkeit ein Product der Muskelentwickelung, die Absonderung ein Product der Drüsenentwickelung ist. Sobald die Substanzen, welche das Gehirn bilden, wieder in derselben Form zusammengewürfelt werden, werden auch dieselben Functionen wieder auftreten, welche ihnen in diesen Formen und Zusammensetzungen zukommen, und es wird damit auch das wieder gegeben sein, was man eine Seele nennt.

Die Physiologie bricht demnach den Stab über diese Träumereien, die in das wirkliche Leben nur zu sehr eingriffen. Die Physiologie kennt nur Functionen der materiellen Organe, und sieht diese schwinden, sobald das Organ vernichtet wird. Wir haben in den Briefen über die Functionen des Nervensystemes gesehen, daß wir die Geistesthätigkeiten zerstören können, indem wir das Gehirn verletzen. Wir können uns eben so leicht aus der Beobachtung der embryonalen Entwickelung und aus derjenigen des Kindes überzeugen, daß die Seelenthätigkeiten sich in dem Maße entwickeln, als das Gehirn seine allmähliche Ausbildung erlangt. Man kennt keine Aeußerungen von Seelenthätigkeit bei dem Fötus, wohl aber von denjenigen Functionen, welche hauptsächlich dem Hirnstamme angehören, wie Reflexionsbewegungen und ähnliche Aeußerungen des Nerveneinflusses. Erst nach der Geburt entwickeln sich die Seelenthätigkeiten; — aber auch nach der Geburt erst bekommt das Gehirn allmählich diejenige materielle Ausbildung, welche es überhaupt erlangen kann. Mit dem Umlaufe des Lebens erleiden auch die Seelenthätigkeiten bestimmte entsprechende Veränderungen, und hören ganz auf mit dem Tode des Organes.

Die Physiologie erklärt sich demnach bestimmt und kategorisch gegen eine individuelle Unsterblichkeit, wie überhaupt gegen alle

Vorſtellungen, welche ſich an diejenige der ſpeciellen Exiſtenz einer Seele anſchließen. Sie iſt nicht nur vollkommen berechtigt, bei dieſen Fragen ein Wort mitzuſprechen, ſondern es iſt ihr ſogar der Vorwurf zu machen, daß ſie nicht früher ihre Stimme erhob, um den einzig richtigen Weg anzuzeigen, auf welchem dieſelben überhaupt gelöſt werden können. Man hat behauptet, die Phyſiologie gehe zu weit, wenn ſie ſich mit mehr als dem materiellen Subſtrate beſchäftige; ſie will aber gerade die Functionen dieſes Subſtrates kennen lernen, und was ſie als ſolche Functionen erkennt, muß ſie in das Reich ihrer Betrachtungen ziehen.

Man hat ſich aus dem, wie man ſagt, troſtloſen Materialismus der phyſiologiſchen Betrachtungsweiſe auf die Art zu retten geſucht, daß man ſagte, nicht die ſpeciellen Functionen ſeien unſterblich, ſondern die Idee, welche der Entwickelung derſelben zu Grunde liege. Die Grundurſache, welche die Bildung der Organe und deren Function entſtehen laſſe, ſei unvergänglich, und ſomit auch die Function an dieſer Unſterblichkeit ihrer Urſache theilhabend. Ich muß geſtehen, daß mir dieſes Räſonnement nicht klar werden will. Die Materie mit den ihr anhaftenden Kräften iſt das einzig Unvergängliche, was wir kennen. Mit dieſem Grundſatze ſtehen die Naturwiſſenſchaften freilich der Theologie ſchroff gegenüber, die da lehrt, nichts ſei vergänglicher als die Materie, und die auf das Holz weist, welches im Ofen verbrennt, oder auf den Leichnam, der in der Erde verfault. Allein der Kohlenſtoff, der in dem Holze war, iſt unvergänglich, er iſt ewig, und eben ſo unzerſtörbar als der Waſſerſtoff und der Sauerſtoff, mit welchen er verbunden in dem Holze beſtand. Dieſe Verbindung und die Form, in welcher ſie auftrat, iſt zerſtörbar, die Materie hingegen niemals. Die Materie aber hat eine beſtimmte Summe von Kräften, von Functionen, wenn man will, die ihr als Eigenſchaft angehören und die von ihr urſprünglich untrennbar ſind. Mit den verſchiedenen Verhältniſſen, in welchen die Stoffe zuſammentreten, mit den Formen, die ſie annehmen,

differenziren sich auch die Functionen der Materie in bestimmten Richtungen, und diese Richtungen sind es, die wir als einzelne Kräfte, als Gesetze dieser Kräfte, unterscheiden und kennen lernen. Wenn man daher behauptet, die unsern Körper zusammensetzenden Stoffe seien unvergänglich, so ist dies vollkommen richtig, und wenn man daraus den Schluß zieht, daß auch die Functionen dieser Materie unvergänglich seien, so ist das ebenfalls eine sichere Wahrheit. Allein die aus der Form und Zusammenstellung der einzelnen Organe hervorgehenden Functionen sind vergänglich wie diese und entstehen erst wieder, wenn dieselbe Form und Zusammenstellung des Stoffes sich aufs Neue zusammenfindet.

Die verschiedenen Erscheinungen, welche die embryonale Entwickelung darbietet, auf eine leitende Grundidee zurückzuführen, welche dieselben bewußt oder unbewußt dem Endziele entgegenführt, ist deshalb eben so unthunlich, als eine isolirte Seele anzunehmen, welche die Lebensäußerungen des Körpers leitet. Das Ei, so wie es einmal gegeben ist, kann sich nur so entwickeln, wie es eben in der Structur und Mischung seiner bildenden Bestandtheile begründet ist Sobald man diese materielle Zusammensetzung des Eies ändert, ändert man auch nothwendiger Weise seine endliche Ausbildung. Man hat künstliche Mißgeburten erzeugt, indem man dem Ei oder dem werdenden Embryo verschiedene Verletzungen beibrachte, ohne daß die leitende Grundidee dieser gezwungenen Abweichung ihres Planes hätte widerstehen können. Man veränderte also mit der materiellen Zusammensetzung auch die Idee selbst und hatte diese gewissermaßen in seiner Gewalt. Die Embryologen haben bis jetzt zu wenig sich mit diesen Fragen beschäftigt, deren Wichtigkeit nicht bedeutend genug schien gegenüber den Untersuchungen, welche die materiellen Umwandlungen des Embryo's erheischten. Sie trugen unbemerkt verschiedene mediciniſche Ideeen in die Entwickelungsgeschichte über, und sprachen von einer Grundidee, nach welcher sich der Embryo entwickele, so wie der Arzt von einer Heilkraft der Natur oder der Lebenskraft sprach, welche sich planmäßig

dem Eindringen der Krankheit widerſetzen ſollte. Allein ſo wie man heutzutage nachgerade eine Lebenskraft lächerlich findet, die ſich gegen eine Erkältung mit Schweiß, Schleim, Bodenſatz im Urin und Durchlauf wehrt, ſo wird man auch in kurzer Zeit eine Grundidee der embryonalen Entwickelung lächerlich finden, die ſich gegen äußere Eingriffe durch Ausbildung von Mißgeburten aller Art zu vertheidigen ſucht.

Es bedarf nur noch weniger Andeutungen, um die Geſchichte des Embryo als Ganzes darzuſtellen und zu zeigen, wie die einzelnen Organe in ihrer Entwickelung ſich coordiniren, und wie auf der andern Seite die Frucht während ihrer Ausbildung ſich dem mütterlichen Organismus gegenüber verhält. Man kann hier je nach Belieben willkürliche Abſchnitte machen, indem man dieſen oder jenen Zeitpunkt als beſonders maßgebend betrachtet. Die Schwangerſchaft dauert bekanntlich im Ganzen zehn Mondsmonate oder vierzig Wochen. Die Schwankungen, welche man in dieſer normalen Zeitdauer der Schwangerſchaft beobachtet, beruhen hauptſächlich auf der Ungewißheit über den Termin, von welchem aus man den Beginn der Schwangerſchaft zählen muß; in dieſer Hinſicht iſt es am gerathenſten, von der letzten Menſtruation an als derjenigen Epoche zu zählen, wo das Ei ſich von dem Eierſtocke loslöſte und befruchtet wurde.

Den erſten Zeitraum in der Entwickelung des menſchlichen Embryo's kann man etwa bis zu dem Ende der fünften Woche ſetzen. Bis zu dem Ende dieſer Epoche, wo der Embryo etwa drei Linien lang iſt, haben ſich ſchon die weſentlichſten Organe deſſelben differenzirt. Das Chorion bildet eine ringsum zottige Haut, die indeſſen noch nirgends an den Wänden der Gebärmutter fixirt iſt. Der Embryo ſelbſt hat ſich aber beinahe vollſtändig in der Mittellinie bis auf den ſpaltförmigen Nabel geſchloſſen. An ſeinem hinteren Ende tritt die Allantois; — in der Mitte des Bauches, aus der Umbeugungsſtelle des Darmes,

der faſt gerade geſtreckt iſt, die Nabelblaſe hervor. Die Schafhaut iſt eben gebildet und ſtellt noch einen engen, den Embryo knapp umſchließenden Sack dar. Die Hirnblaſen ſind geſchloſſen, die Hemiſphären des großen Gehirnes ſchon bedeutend hervorgewuchert und in den Augen ſchwarzes Pigment abgelagert. Die

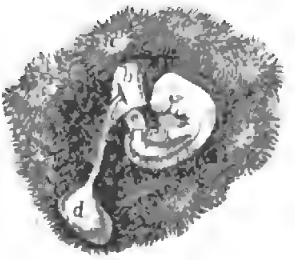


Fig. 99. Ein menſchliches Ei etwa aus der fünften Woche der Schwangerſchaft. Das Amnios iſt abgeſchnitten; das Chorion dagegen mit ſeinen Zotten und das Nabelbläschen nebſt dem Embryo wohl erhalten. a. Chorion. b. Amnios, den Nabelſtrang c. umhüllend. d. Nabelbläschen mit langem Stiele.

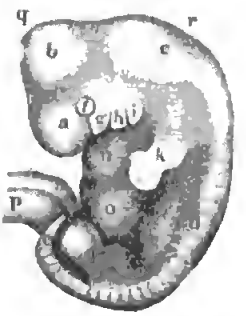


Fig. 100. Der Embryo dieſes Eies ſtärker vergrößert. a. Vorderhirn. b. Mittelhirn. c. Hinterhirn. d. Wirbelſäule. e. Schwanz, anfangs ſtark entwickelt, ſpäter ſchwindend. f. Auge. g. Oberkiefer. h. Erſter Kiemenbogen. i. Zweiter Kiemenbogen. k. Arm. l. Bein. n. Herz, in den Bruſtdecken eingeſchloſſen. o. Bauch, hauptſächlich von der Leber ausgefüllt. p. Nabelſtrang. q. Kopfbeuge. r. Nackenbeuge.

Kiemenbogen ſind in ihrer Entwickelung vorgeſchritten und haben bald deren Höhenpunkt erreicht, wo ſie ſich dann zu ſchließen beginnen. Die Gliedmaßen zeigen ſich in Form ſchaufelartiger Floßen ohne Theilungen; der Rumpf endet ſchwanzförmig. Von feſteren Theilen des Skelettes ſieht man nur die Chorda und die Wirbelplatten. Herz und Leber ſind verhältnißmäßig ſehr groß, die Wolffiſchen Körper beginnen ſchon ſich zurückzubilden; Lungen, Nieren und Zeugungsorgane ſind eben angelegt.

In dem zweiten Zeitraume, der bis zu dem Ende des dritten Mondsmonates oder der zwölften Woche geht, entwickelt ſich hauptſächlich die Verbindung des Embryo mit dem Fruchthalter durch die Placenta. Der Embryo ſelbſt vergrößert ſich bedeutend, während ſeine inneren Organe eine zunehmende Entwickelung zeigen. Die Beugungsſtellen des Schädels haben ſich allmählich

ausgeglichen und der Kopf selbst hat eine kugelige Gestalt erhalten, indem er bestimmt von dem Halse abgeschnürt ist. Die knorpeligen Grundlagen aller Schädelknochen sind angelegt, und hie und da zeigt sich sogar schon Verknöcherung einzelner Punkte. Die Scheidung der Mund- und Nasenhöhle ist durch das Verwachsen des Gaumendaches vollendet; die Augenlider fertig gebildet und mit einander verklebt; die Lippen eben so zu Schließung des Mundes geeignet; sämmtliche Organe der Brust- und Unterleibshöhle in ihrer relativen Lage vorhanden; — doch ist der Magen noch kurz, senkrecht gestellt und kaum von dem Darme geschieden, die Nieren lappig. Die Hoden oder Eierstöcke liegen dicht unter den Nieren; die äußeren Zeugungsorgane sehen einander außerordentlich ähnlich, so daß beide Geschlechter schwer von Außen zu unterscheiden sind. Die Gliedmaßen sind vollständig entwickelt, aber verhältnißmäßig noch klein, und in ihren Proportionen abweichend von denen des Erwachsenen, indem die Endglieder verhältnißmäßig weit größer sind, als die Mittelglieder. Die Placenta ist vollständig entwickelt, das Chorion flockenlos.

Die ganze Zeit bis zum Ende des dritten Mondsmonats und bis zur vollständigen Ausbildung der Verbindung zwischen Mutter und Frucht kann man als den ersten Zeitraum der Schwangerschaft bezeichnen. Während dieser Zeit sind die äußeren Zeichen der Schwangerschaft selbst noch sehr trügerisch, ungewiß, und können leicht mit anderen krankhaften Zuständen verwechselt werden. Der Congestionszustand in den Geschlechtstheilen, welcher durch die Einsaat des Eies bedingt ist, giebt sich durch mancherlei Zufälle, besonders nervöser Art, zu erkennen, namentlich durch Reizung des Magens, Ekel und Erbrechen, das oft die größte Hartnäckigkeit besitzt und keinem Mittel weichen will. Dazu gesellen sich sehr häufig hysterische Zufälle aller Art, wie denn die Gelüste der Schwangeren von jeher manchen Stoff zu Satyre geboten haben. Sobald einmal die Verbindung zwischen Mutter und Frucht vollständig in der Placenta hergestellt ist, verschwinden diese krankhaften Erscheinungen allmählich wieder,

ſo daß ſich die Schwangere in den ſpäteren Zeiten wohler befindet, als im Anfange.

Der dritte Zeitraum der Embryonalbildung kann etwa bis zu dem ſechsten Monate geſetzt werden; — indem um dieſe Zeit herum der Embryo ſchon fähig wird, außerhalb des mütterlichen Organismus ſein Leben fortzuſetzen. Es verſteht ſich von ſelbſt, daß dann die ſämmtlichen Organe ſo weit entwickelt ſind, daß der Lungenkreislauf eingeleitet, die Ernährung durch den Darm bewerkſtelligt werden kann und die Drüſen befähigt ſind, ihren Functionen vorzuſtehen. Die äußere Haut, die früher ſchleimig und weich war, wird feſter und bedeckt ſich faſt überall mit eigenthümlichen Wollhaaren, welche ſpäter wieder ſchwinden. Die Nägel beginnen hornig zu werden, obgleich ihre Conſiſtenz kaum bedeutender iſt, als die der übrigen Haut; dieſe letztere liegt überall dem Körper nur ſchlapp an, ſo daß ſie Falten und Runzeln bildet, welche beſonders dem Geſichte ein greiſenartiges altes Ausſehen geben, was ſpäter durch Anſammlung von Fett unter der Haut wieder ſchwindet. Bei kranken, ſchlecht genährten Embryonen aber bleibt dieſes ältliche Ausſehen und kann ſtets als ein ſicheres Zeichen von Unreife oder krankhafter Conſtitution des Kindes angeſehen werden.

Während dieſer Zeit, in welcher der Embryo etwa fünfzehn Zoll lang und gegen zwei Pfund ſchwer wurde, entwickeln ſich bei der Mutter beſonders die eigenthümlichen äußeren Zeichen der Schwangerſchaft durch allmähliches Hervordrängen der ausgedehnten Gebärmutter über den Raum des kleinen Beckens, ſo wie durch ſpecifiſche Veränderungen des Muttermundes. Der Leib wölbt ſich in dieſer Zeit mehr und mehr hervor, und die Eingeweide werden durch die Ausdehnung der Gebärmutter nach oben und hinten zuſammengeſchoben.

In dem letzten Zeitraume der Schwangerſchaft iſt es hauptſächlich die Vermehrung der Maſſe des Embryo, ohne bedeutende Aenderungen in der Structur der Organe, ſo wie die allmähliche Vorbereitung der Trennung, auf welche die Richtung der bildenden Thätigkeit hingelenkt wird. Ein vollkommen reifes Kind

iſt ſechs bis ſieben Pfund ſchwer, achtzehn bis zwanzig Zoll lang, und liegt in gekrümmter Stellung in der Gebärmutter, mit dem Kopfe nach unten und dem Steiße nach oben. Der Kopf iſt gegen die Bruſt hin eingebogen, die Arme über einander geſchlagen, die Füße gegen den Leib gezogen; — kurz die ganze Lage gleicht derjenigen eines Igels, der ſich zuſammen-

Fig. 101. Der ausgebildete Fötus in natürlicher Lage im Uterus. a. Muskelwand des Uterus. b. Harnblaſe. c. Scheide. d. Hinterer Beckenraum. e. Bauchwand. f. g. k. l. m. Die an die Gebärmutterwand angedrückten Eihäute. h. Die Placenta. i. Gefäße der Placenta. n. o. Die Schafhaut. p. Der Nabelſtrang. q. Raum des Schafwaſſers. r. Embryo.

rollt. Die Nägel eines ſolchen Kindes ſind feſt und hornig, das Kinn angedeutet, die Knochen des Kopfes alle gebildet, wenn auch nicht vollſtändig mit einander verbunden. Aus dieſem Grunde zeigen ſich an dem Schädel zwei bedeutendere Lücken, die ihrer abweichenden Geſtalt und Größe wegen für den Geburtshelfer die weſentlichſten Hülfsmittel zur Erkennung der Lage des Kindes bilden. Die vordere dieſer Lücken oder die große Fontanelle hat eine rhomboidale Geſtalt und liegt an der Stelle, wo die beiden Stirnbeine und die beiden Scheitelbeine mit einander

zuſammentreffen, mithin auf der Höhe der Stirn etwas hinter dem Beginne der Kopfhaare; — die kleine Fontanelle, die dreieckig iſt, liegt ebenfalls in der Mittellinie an dem Punkte, wo die beiden Scheitelbeine und die Schuppe des Hinterhauptbeines mit einander zuſammenſtoßen.

Durch die Geburt wird der Embryo von dem mütterlichen Organismus ausgeſtoßen und zu ſelbſtſtändigem Leben angewieſen. Es iſt unſere Abſicht nicht, auf den Mechanismus dieſes Actes hier näher einzugehen. Man bemerkt meiſtens Vorbereitungen zu der Geburt durch anhaltende Spannung und ſchießende Schmerzen in der Gebärmutter, ſo wie durch allmähliche Erweiterung ihrer Oeffnung. Nachdem dieſes einige Zeit lang gedauert hat, beginnen wirkliche Zuſammenziehungen der Gebärmutter, die anfangs in längeren, dann in kürzeren Zeiträumen periodiſch wiederkehren. Durch dieſe wiederkehrenden Wehen wird das Ei gegen die Mündung der Gebärmutter gedrängt und die in den Häuten angeſammelte Flüſſigkeit nach vorn gegen die Oeffnung hin getrieben. So bilden denn die Eihäute eine prall geſpannte Blaſe in der Oeffnung der Gebärmutter, die endlich platzt und das Fruchtwaſſer entſtrömen läßt. Unter fortdauernder Zunahme der Wehen wird dann allmählich der Embryo, mit dem Kopfe voran, das Geſicht nach hinten gerichtet, durch den Beckenausgang und die äußeren Geſchlechtstheile gleichſam hindurchgedreht. Bei dieſem Act bildet natürlich der dicke Kopf das weſentlichſte Hinderniß. Da indeß die Knochen deſſelben noch nicht vollſtändig mit einander verbunden ſind, ſo ſchieben ſich dieſelben über einander und vermindern dadurch den Durchmeſſer des Kopfes. Der Körper des Kindes folgt leicht nach, ſobald der Kopf einmal durchgegangen iſt, und nach ſeiner vollſtändigen Ausſtoßung erfolgt eine mehr oder minder lange Ruhe, nach welcher dann erneuerte Zuſammenziehungen die losgelöſte Placenta ebenfalls austreiben. Sobald dies geſchehen iſt, zieht ſich die Gebärmutter nach und nach während des Wochenbettes auf ihren früheren Umfang zurück.

Der Embryo ſelbſt beginnt mit dem erſten Athemzuge ſein ſelbſtſtändiges Leben. Durch die Erfüllung der Lungen mit Luft und durch die Loslöſung der Placenta von der Gebärmutter iſt dem Kreislaufe eine andere Richtung gegeben worden, die Aufnahme von Stoffen aus dem Blute der Mutter kann nicht mehr ſtattfinden, und ſomit iſt denn auch das Bedürfniß nach ſelbſtſtändiger Ernährung da, welche im Anfange freilich noch durch eine eigenthümliche Secretion der Mutter, durch die Milch, vermittelt wird.

Neunundzwanzigster Brief.

Elterlicher Einfluß. Mißbildungen.

Die materielle Bedingung der Zeugung, welche durch den Eintritt eines Samenthierchens in das Ei gegeben zu ſein ſcheint, dürfte eine ihrer weſentlichſten Grundlagen in der längſt gemachten und ſtets wiederholten Beobachtung finden, daß bei der erzeugten Nachkommenſchaft nicht nur Eigenthümlichkeiten der Mutter, ſondern auch ſolche des Vaters ſich forterben. So lange man bei der Anſicht ſtehen bleiben mußte, daß der männliche Same nur eine Contactwirkung, eine Art Gährung in dem Ei erzeuge, in Folge deren die eigenthümliche Gruppirung der Elemente zum Embryo einträte, ſo lange war auch in der Vererbung der väterlichen Eigenthümlichkeiten ein Räthſel hingeſtellt, das in keiner Weiſe zu löſen war. Jetzt aber, wo die Beobachtung, wie es ſcheint, nachgewieſen hat, daß der Embryo das Product zweier materiell ſich verſchmelzender Factoren: des väterlichen Samenthierchens und des mütterlichen Eies, iſt, jetzt kann es nicht mehr wunderbar erſcheinen, daß in der That materielle Eigenthümlichkeiten von beiden Zeugenden auf das Erzeugte übergehen.

Schon die Familienähnlichkeit liefert hiefür einen Beweis, und wenn auch dieſelbe vielfach betrogenen Ehemännern gegenüber mißbraucht worden iſt, ſo läßt ſie ſich doch nicht durchaus wegläugnen, und beurkundet ſich oft auffallend durch die Aehnlichkeiten, welche Kinder einer und derſelben Familie trotz der

Verſchiedenheit ihrer Geſichtszüge namentlich den Fremden erkennen laſſen. Dieſe allgemeine Aehnlichkeit fällt beſonders dann auf, wenn man mit fremden Völkerſtämmen zuſammenkommt, deren einzelne Glieder uns alle über denſelben Leiſt geſchlagen erſcheinen. Man erinnert ſich in Deutſchland noch ſehr wohl des Eindruckes, den die ruſſiſchen Horden bei ihrem Erſcheinen im Befreiungskriege machten. Man konnte die Kalmuken, die Baſchkiren durchaus nicht von einander unterſcheiden, da eben nur die allgemeine Uebereinſtimmung ihrer Züge frappirte und die individuelle Abweichung dem überraſchten Auge entging. Ich ſelbſt bin hundertmal mit meinem Bruder verwechſelt worden und habe bei dem beſten Willen auch keinen einzigen Zug finden können, worin ich ihm etwa ähnlich ſehe; eben ſo oft haben mich Leute auf den erſten Blick erkannt, welche nur meinen Vater oder meine Mutter geſehen hatten.

Dieſe Familienähnlichkeit ſpricht ſich nicht nur in dem Geſichte, ſondern auch in allen anderen Theilen des Körpers, namentlich aber an Händen und Füßen, oft noch überraſchender aus, weil dieſe Theile weniger durch Fettanſatz oder durch pſychiſche Einflüſſe verändert werden. Seit früher Jugend bin ich auf dieſen Punkt aufmerkſam geworden durch eine Debatte, welche in meiner Gegenwart darüber geführt wurde, ob ich mehr dem Vater oder der Mutter ähnlich ſei, oder, wie man ſich ausdrückte, ob ich ein Vogt oder ein Follenius ſei. Die Gründe waren auf beiden Seiten gleich ſtark. Endlich aber entſchied eine meiner Tanten kategoriſch mit dem Ausrufe: „Seht nur ſeine Hand an, das iſt die Vogtiſche Hand," und in ihrem Familienſtolze fügte ſie hinzu: „So eine Hand mit ſolchen Entenſchwanzfingern kann gar kein anderer Menſch haben!"

Wenn dieſe Beobachtungen richtig ſind, was wohl keinem Zweifel unterliegen kann, ſo iſt auch der Schluß gerechtfertigt: daß die inneren Theile in ähnlicher Weiſe den Stempel der Familienähnlichkeit tragen; daß gewiſſe kleine Formeigenthümlichkeiten in allen Organen ſich finden, die uns nur deshalb entgehen, weil wir die verbindenden Glieder, welche dieſelbe Eigen-

thümlichkeit zeigen, nicht so täglich vor Augen haben, wie dies bei äußeren Theilen der Fall ist. Es geht uns in allen Dingen, wie bei den oben citirten Baschkiren. Wir suchen zuerst die Aehnlichkeiten, und nur bei längerem und wiederholtem Nachforschen treten die Verschiedenheiten unserer Kritik entgegen. So darf es denn auch nicht verwundern, wenn es den Anatomen noch nicht gelungen ist, Familienähnlichkeiten in der Gestalt von Lunge, Leber, Herz u. s. w. nachzuweisen, deren Vorhandensein doch eben so wahrscheinlich ist, als bei Gesicht und Händen, und auch durch die Erblichkeit der Krankheitsanlagen wahrscheinlich gemacht wird. Bei einem Organe indessen gelingt uns diese Nachweisung leicht durch die nach Außen tretende Function: ich meine das Gehirn. Wenn man auch sagt, daß geistreiche Männer gewöhnlich dumme Söhne zeugen, so findet man doch bei genauerer Nachforschung stets die Grundlagen der väterlichen und mütterlichen geistigen Eigenschaften in dem Kinde wieder, obgleich sie hier oft in eigenthümlicher Weise combinirt und nach gewissen Richtungen einseitig entwickelt erscheinen. Ganz wahr ist es darum, wenn Göthe sagt:

Vom Vater hab' ich die Natur,
Des Lebens ernstes Führen,
Vom Mütterchen die Frohnatur
Und Lust zu Fabuliren.

Für Denjenigen, welchem die Seele ein immaterielles, in den Körper hineingepflanztes Wesen ist, liegt freilich in dieser geistigen Familienerbschaft ein unlösbares Räthsel, wenn er nicht annehmen will, daß die Seelen der Eltern im Zeugungsacte sich theilen, was denn auch eine mißliche Sache für die Individualität der Seele ist. Für Denjenigen aber, der auf dem Boden der Beobachtung und der Thatsache fußend die Seelenthätigkeiten nur als Function des materiellen Substrates der Gehirnsubstanz betrachtet und der überzeugt ist, daß der Satz überall gilt: Form und Materie bestimmen die Function; für den wird es nicht überraschend sein, daß formelle Eigenthümlichkeiten in der

Ausbildung des Gehirnes, von den Eltern ererbt, auch ſpecifiſche Eigenthümlichkeiten in den Seelenthätigkeiten zur Folge haben müſſen.

Zur Entſcheidung der Frage: welches zeugende Individuum mehr Einfluß auf die Nachkommenſchaft habe, ob der Vater oder die Mutter, dienen beſonders die Fälle von Miſchlingen zwiſchen verſchiedenen Menſchen- und Thierarten. Im Allgemeinen kann man ſagen, daß bei ſolchen Miſchungen die Eigenthümlichkeiten des Baſtards zwiſchen Vater und Mutter getheilt ſind, ſo daß z. B. die Miſchlinge von Negern und Weißen ſo ziemlich das Mittel zwiſchen beiden Eltern halten. Bei der Thierzüchtung geht man freilich, im Occident wenigſtens, von der Anſicht aus, daß der Vater das prädominirende Element ſei, und man verwendet deshalb weit größere Sorgfalt auf die Zucht der Stiere, Hengſte und Böcke, als auf diejenige der entſprechenden Weibchen. Im Oriente dagegen geht man von der entgegengeſetzten Anſicht aus, und die Araber ſetzen nicht nur einen weit größeren Werth auf die Stuten, ſondern führen auch die Genealogieen ihrer edlen Roſſe nicht nach den Vätern, ſondern nach den Müttern.

Die ſtatiſtiſchen Unterſuchungen haben nachgewieſen, daß in Beziehung auf das Geſchlecht der Nachkommenſchaft das Alter der beiden Zeugenden einen weſentlichen Einfluß übe, und es iſt wohl möglich, daß auch in Beziehung auf andere Eigenthümlichkeiten dieſer Einfluß ſich geltend mache. Es ſteht jetzt feſt, daß um ſo mehr Knaben in einer Ehe geboren werden, je älter der Mann im Verhältniß zur Frau iſt, wobei man einen Unterſchied von ſechs bis zehn Jahren etwa als dasjenige Verhältniß anſehen muß, in welchem beide Eltern einander das Gleichgewicht halten. Bei gleichem Alter oder bei überwiegendem Alter der Frau ſteht die Wahrſcheinlichkeit zu Gunſten der Mehrzahl weiblicher Nachkommenſchaft. Das Uebergewicht des neugeborenen Knaben im Verhältniß zu den Mädchen, welches ſich von 102 bis 107 zu 100 je nach den verſchiedenen Ländern abſtuft, rührt einzig davon her daß im Durchſchnitte die Männer 10 bis 15 Jahre älter ſind, als ihre Frauen. Die Statiſtik tritt ſomit der gewöhnlichen

Volksansicht schnurstracks entgegen, indem sie uns belehrt, daß bei Ehen von Greisen mit jungen Mädchen die größte Wahrscheinlichkeit für die Erzeugung von Knaben vorhanden sei.

Ob auch andere Verhältnisse, wie z. B. Ernährung der Eltern und besonders der Mutter, auf die Bestimmung des Geschlechtes der Frucht einen Einfluß haben können, ist eine andere Frage, die wir zwar nicht von der Hand weisen können, zu deren Lösung aber bis jetzt nur leere Träumereien oder Theorieen vorgebracht werden konnten, welche durch die Beobachtung widerlegt wurden. Schon im Alterthume glaubte man, daß der rechte Eierstock und Hode die Knaben, der linke die Mädchen erzeuge, und schon im Alterthume wurde diese ziemlich festgewurzelte Ansicht auf das Gründlichste widerlegt. Wenn man aber so einerseits zugiebt, daß die Beobachtung in dieser Weise uns noch keine Fingerzeige gegeben hat, so ist es doch anderseits der Ausspruch, daß es aller providentiellen Weltregierung widersprechen würde, wenn die Bestimmung des Geschlechtes der Kinder den Eltern in die Hand gegeben werde, geradezu einfältig zu nennen; denselben Einwurf machte man zur Zeit der Blatternimpfung und den Blitzableitern, die ebenfalls die providentielle Weltordnung in Beziehung auf Sterblichkeit und Feuersbrünste erheblich änderten. Der Einwurf bei dieser Frage ist aber um so thörichter, als der Mensch schon, freilich ohne directen Willen, die providentielle Weltordnung auch hier geändert hat. Die Staatseinrichtungen haben jetzt schon, indem sie in vielen Staaten die Bedingungen zur Heimath für die Männer so stellten, daß denselben erst im späteren Alter genügt werden kann, die ursprüngliche providentielle Weltordnung so tief modificirt, daß bei weitem mehr Knaben geboren werden, als dies bei völliger Freiheit in diesem Punkte geschehen würde, und es ist im Gegentheile eben so denkbar, daß erst dann, wenn einmal die Bedingungen zur Zeugung eines bestimmten Geschlechtes bekannt sind, und dadurch es in das Belieben der Leute gestellt wird, sich das Geschlecht ihrer Kinder im Voraus auszuwählen, durch diese freie Wahl die ursprüngliche Norm möglicher Weise wieder hergestellt wird.

Die Mißgeburten, welche nicht nur beim Menſchen, ſondern auch bei Thieren, und ſelbſt bei wilden Thieren, ziemlich häufig vorkommen, wurden in früheſter Zeit als Zeichen des Zornes der Gottheit angeſehen, welche dadurch bevorſtehendes Unglück, Strafgerichte und andere Ausbrüche der Art anzeigen ſollte. Es war dieſe Anſicht eine nothwendige Folgerung aus dem Glauben, welcher die Entſtehung eines jeden organiſchen Weſens einem bewußten Schöpfer unterlegte, ſtatt daſſelbe unmittelbar aus natürlichen Geſetzen hervorgehen zu laſſen. In der That iſt nicht abzuſehen, warum man ſich von dieſer Anſicht der üblen Bedeutungskraft der Mißbildungen frei machen will, wenn man doch ihren Vorderſatz fernerhin anerkennt. Wenn das organiſche Weſen aus der Hand eines bewußten Schöpfers hervorgeht, ſo müſſen auch die Mißbildungen einen beſtimmten bewußten Zweck haben, den man je nach Gefallen ihnen unterſchieben kann.

Die abſchreckenden Geſtalten, welche viele Mißgeburten darbieten, gaben Gelegenheit zu den mannigfaltigſten Deutungen, beſonders aber zu höchſt ſeltſamen Vergleichen mit allerhand Dingen, vor denen man Ekel hatte. So wie man in den bizarren Formen der Tropfſteingebilde Aehnlichkeiten erblickt, die meiſt nur demjenigen klar werden, dem man ſie vorher ankündigt, während der Uneingeweihte ſie vergeblich ſucht, ſo ſah man auch in den Mißgeburten alle möglichen Combinationen ekelhafter Thiere mit menſchlichen Formen. Von den Muttermalen an bis zu den ausgebildetſten Mißgeburten ſchlang ſich in dieſer Weiſe für das Volk eine Kette phantaſtiſcher Geſtalten, die ſtets neuen unerwarteten Zuwachs fand. Jedermann weiß, daß in den anatomiſchen Muſeen die Mißgeburten den für das Publikum intereſſanten Theil der Sammlung ausmachen, und wenn man die Geſpräche hört, welche über deren Geſtalten geführt werden, ſo kann man nicht umhin, zu finden, daß trotz der geprieſenen Aufklärung noch manche Vorurtheile unter dem Volke herrſchen.

Das Volk ſucht meiſtens die Urſache der Mißbildungen nicht in dem Keime oder in dem Fötus, ſondern vielmehr in der Mutter, und es iſt eine ziemlich allgemeine Anſicht, daß die Schwangeren ſich verſehen könnten, und daß dann der Fötus in Folge dieſes Verſehens eine Mißbildung an ſich trage, welche gewiſſermaßen die Form und das Ausſehen desjenigen Objectes wiederhole, an welchem ſich die Schwangere verſehen habe. Eine Schwangere erſchrickt über einen Truthahn, der auf ſie zukommt; — das Kind, welches ſie gebiert, hat an dem Arme eine erectile Blutgeſchwulſt, die blauroth ausſieht. Es iſt klar, daß die Schwangere ſich an dem Truthahn verſehen hat, und daß der fleiſchige Anhang, den dieſer Vogel an dem Schnabel trägt und der ihm beim Zorne ſchwillt, von der Natur auf dem Arme des Kindes nachgebildet wurde. Man hat hundert und aber hundert Geſchichten dieſer Art, welche alle in ähnlicher Weiſe verknüpft ſind, und man kann wohl ſagen, daß manche arme Schwangere die ganze Zeit, in welcher ſie ſich ihres Zuſtandes bewußt iſt, in Kummer und Sorgen zubringt, damit ſie ſich nicht verſehen und eine Mißgeburt zur Welt bringen möchte. Die Theorie des Verſehens mag wohl ſo alt ſein, als das Menſchengeſchlecht ſelber, und da man in unſerer Zeit der hiſtoriſchen Rechte einen Irrthum um ſo ehrwürdiger findet, je älter er iſt, ſo verdient auch dieſer einige Beachtung. Gründete ja doch Erzvater Jakob zuerſt die Theorie des erlaubten Betruges auf den Grundſatz des Verſehens, indem er den Schafen ſeines Schwiegervaters beim Tränken geſprenkelte Stäbchen vorlegte und ſo die Erzeugung gefleckter Lämmer bewerkſtelligte. Bei den Hebräern herrſchte alſo der Glaube an das Verſehen in hohem Grade. In nicht minderem Anſehen ſtand dieſer Glaube bei den alten Griechen, wo Hippokrates durch die Berufung auf denſelben, wie erzählt wird, eine Prinzeſſin von der Anklage des Ehebruches rettete, die ihrem weißen Gemahle ein ſchwärzliches Negerkind geboren hatte. Hippokrates behauptete nämlich, die Prinzeſſin habe ſich an dem Bilde eines Negers verſehen, das an ihrem Bette hing. Der Stifter der Medicin würde mit

dieſer Theorie heutzutage in Weſtindien und Braſilien wohl nur wenig Glück machen, und ein Schafzüchter unſerer Zeit würde zur Erzeugung geſprenkelter Lämmer lieber verſchiedenartig gefärbte Böcke und Schafe, als geſcheckte Stäbe benutzen, wahrſcheinlich auch bei dieſem Verfahren ſicherere Reſultate erzielen, als der Erzvater der Juden bei dem ſeinigen.

Es iſt keine Frage, daß die Verbindung zwiſchen Mutter und Frucht bei den Säugethieren der Art iſt, daß beſtimmte Einflüſſe von dem mütterlichen Organismus auf denjenigen des Kindes übertragen werden können. Es exiſtirt zwar keine directe Verbindung zwiſchen Mutter und Frucht, allein wir haben geſehen, daß die Blutmaſſen beider in ſteter Wechſelwirkung mit einander ſtehen und eine lebhafte Endosmoſe zwiſchen denſelben vermittelt wird. Wir wiſſen aber, wie ſchnell gemeinſchaftliche Affecte bei reizbaren Perſonen auf die ganze Ernährung und ſomit auf die Zuſammenſetzung der Blutmaſſe einwirken können. Daß dieſe Veränderungen ſich auf die Blutmaſſe des Fötus übertragen und Störungen in der Ernährung deſſelben hervorbringen, oder, mit anderen Worten, den Fötus krank machen können, iſt leicht einzuſehen. Wir wiſſen beſtimmt, daß Krankheiten der Mutter ſich auf das Kind übertragen, daß ſyphilitiſche Mütter z. B. durch und durch angeſteckte Kinder geboren haben, daß verſchiedene Säftemiſchungen, Kachexien ſich von der Mutter auf das Kind forterben; — allein dieſe Uebertragungen ſind dennoch im Ganzen ſeltener, als man glauben könnte, und der Einfluß des mütterlichen Organismus auf den kindlichen beſchränkter, als man erwarten ſollte. Die Fehlgeburten und Frühgeburten, welche ſo häufig ſtatthaben, darf man nicht als Beweiſe für dieſen Einfluß der Mutter anführen, da ſie hauptſächlich durch krankhafte Zuſtände der Geſchlechtstheile oder des mütterlichen Organismus bedingt ſind. Die meiſten Fehlgeburten fallen zwiſchen den vierten und fünften Monat der Schwangerſchaft, d. h. in eine Zeit, wo der Embryo faſt vollſtändig ausgebildet iſt, wo er aber bedeutend wächſt und die raſche Ausdehnung des Uterus in dem gewöhnlichen Verhalten der übrigen Organe

Störungen hervorbringt. Sobald dieſe einmal ſich an die ſtärkere Ausdehnung der Gebärmutter gewöhnt haben, werden auch die Fehlgeburten ſeltener; — ein ſicherer Beweis, daß dieſe Zufälle hauptſächlich durch den Zuſtand der mütterlichen Organe bedingt ſind.

Die Organe des Embryo ſind, wie wir ſchon früher geſehen haben, zu Ende des zweiten Monats der Schwangerſchaft größtentheils angelegt, und von dieſem Zeitpunkte an nur in ihrer Entwickelung begriffen. Die engere Verbindung zwiſchen der Gebärmutter und dem Embryo entwickelt ſich aber erſt, wenn die Hauptanlagen der Organe ſchon gegeben ſind. Die Wechſelwirkung der beiderſeitigen Blutmaſſen in der Placenta findet erſt nach dieſer Zeit ſtatt, und es iſt ſomit höchſt unwahrſcheinlich, daß früher pſychiſche Einflüſſe auf das Leben des Embryo und die Entwickelung ſeiner Organe Einfluß haben könnten. Die meiſten Geſchichten, welche das Verſehen der Schwangeren darthun ſollen, beziehen ſich aber auf die ſpäteren Monate der Schwangerſchaft, wo die Organe ſchon denjenigen Zuſtand der Entwickelung überſchritten haben, den ſie bei der Mißbildung zeigen. Wenn eine Schwangere z. B. deshalb ein Kind mit einem Wolfsrachen geboren haben ſoll, weil ſie ſich im vierten oder fünften Monate an irgend einem Gegenſtande verſah und über denſelben erſchrack, ſo kann man geradezu behaupten, daß dies unmöglich ſei, indem in dieſem Zeitpunkte der knöcherne Gaumen und die urſprüngliche Lippenſpalte ſchon längſt hätten geſchloſſen ſein ſollen, die Mißbildung demnach ſchon früher exiſtirte, als ihr eingebildeter Grund, der Schreck und das Verſehen, ſtatthatte.

Wir kennen eine große Menge von Thatſachen, die darauf hinzeigen, daß ſchon in der urſprünglichen Anlage des Kindes zuweilen Verhältniſſe obwalten, welche Mißbildungen bedingen. Faſt alle ganz jungen, durch Fehlgeburten abgegangenen Eier, die man bis jetzt unterſucht hat, waren offenbar krank, indem bald der Embryo, bald ſeine Häute Abweichungen von der normalen Structur zeigten. Es giebt gewiſſe Mißbildungen, welche

in den Familien sich forterben, und mancher mütterliche Organismus erzeugt neue Keime, die in einzelnen Organen abnorme Entwickelungsrichtungen darthun. So giebt es Frauen, welche nur Kinder mit überzähligen Fingern, mit Hasenscharten, mit mangelhafter Entwickelung des Gehirnes zur Welt bringen, andere, bei welchen unter mehreren Kindern einige normal entwickelt, die anderen mißbildet sind. Das constante Vorkommen derselben Bildungsfehler bei den Producten eines und desselben mütterlichen Organismus berechtigt uns zu dem Schlusse, daß die Keime, welcher dieser mütterliche Organismus erzeugt, von Anfang an den Grund solcher Mißbildungen an sich tragen.

Nicht minder sind Fälle bekannt, wo der Einfluß des Samens ebenfalls ein abnormer genannt werden kann. In einer schlesischen Rindviehheerde, die einen einzigen Zuchtstier hatte, kamen während eines Jahres zehn Mißgeburten vor. Man entfernte den Stier und die Züchtung wurde nun vollkommen normal. Es unterliegt also keinem Zweifel, daß das Ei an sich zwar von seiner ursprünglichen Bildung her gewisse abnorme Organisationsrichtungen mitbringen kann, daß aber dieselben auch durch die Einwirkung des männlichen Samens eingeführt werden können. Jedoch beschränkt sich dieses lediglich nur auf diejenigen Eigenthümlichkeiten, welche in dem Gesammtorganismus wurzeln, nicht aber auf zufällige Verstümmelungen. Man hat zwar einzelne Fälle solcher Forterbungen erzählt, wie z. B. von Pferdefüllen und jungen Hunden, die mit abgekürzten Schwänzen zur Welt kamen und deren Eltern durch Generationen hindurch englisirt worden waren. Diese Fälle dürften aber um so weniger constatirt erscheinen, als diejenigen Verstümmelungen, die von ganzen Völkerstämmen systematisch durch Jahrhunderte hindurch geübt werden, wie z. B. das Abplatten der Köpfe bei amerikanischen Stämmen, das Verstümmeln der Füße bei den Chinesinnen, das Beschneiden bei Orientalen und Juden und das Ohrlöcherbohren in der übrigen civilisirten und nichtcivilisirten Welt, noch nirgends sich bei den Nachkommen fortgeerbt hat.

Wir haben unwiderlegbare Beweiſe dafür, daß der Fötus während ſeiner Entwickelung ſelbſtſtändig krank werden kann, und daß Mißbildungen als Reſultate dieſer Krankheiten zurückbleiben können. Es werden durch dieſe Krankheiten hauptſächlich waſſerſüchtige Anſchwellungen erzeugt, die in den verſchiedenen Höhlen der embryonalen Organe ſich ausbilden und auf dieſe Weiſe mannigfaltige Formen der Mißgeburten erzeugen. Auch manche andere Mißbildungen, wie namentlich Gefäßgeſchwülſte, beruhen ſicherlich auf Krankheitsproceſſen, welche mehr oder minder denen des Erwachſenen entſprechen. Selbſt durch äußere Einwirkungen können dergleichen krankhafte Mißbildungen erzeugt werden. Man hat mehr oder minder begründete Beiſpiele, daß durch einen Stoß oder Schlag auf den Unterleib der Fötus mechaniſche Verletzungen erlitt, oder daß durch eigenthümliche Verhältniſſe des Eies ſelbſt, durch Verwickelungen des Nabelſtranges ꝛc., ſolche mechaniſche Verletzungen erzeugt wurden. Man hat ſogar künſtliche Mißbildungen erzeugt, die man durch mechaniſche Verletzungen des Embryo's hervorbrachte.

Aus allem dieſem geht hervor, daß wir in der urſprünglichen Bildung der Keime und der befruchtenden Flüſſigkeit, ſo wie in den zufälligen Störungen, welche der Fötus während der Entwickelung erleiden kann, Urſachen genug finden zu Mißbildungen der Frucht, und daß wir nicht zu dem alten Irrwahne des Verſehens unſere Zuflucht zu nehmen brauchen, um die Entſtehung ſolcher Mißbildungen zu erklären. Wenn alle Frauen, welche während ihrer Schwangerſchaft erſchrecken oder irgend einen andern unangenehmen Eindruck erleiden, mißbildete Kinder zur Welt bringen müßten, ſo würden wir wahrhaftig nur Mißgeburten entſtehen ſehen, und ſo weit ſind wir doch noch nicht gekommen, trotz aller Entartung des Menſchengeſchlechts, welche uns von altem und jungem Unverſtand gepredigt wird.

Während in früheren Zeiten man ſich mannigfach auf das Anſtaunen der abnormen Geſtalten, welche die Mißbildungen darbieten, beſchränkte und darin einen unmittelbaren Eingriff der ſchöpfenden Kraft erblicken zu müſſen glaubte, erkannte

man mit dem Zunehmen wiſſenſchaftlicher Beſtrebungen mehr und mehr, daß die Mannigfaltigkeit der Formen in den Mißbildungen dennoch gewiſſen Geſetzen gehorcht, die man um ſo beſſer zu würdigen verſtand, je genauer man die Entwickelungsgeſchichte überhaupt in ihren Erſcheinungen ſtudirte. Je mehr man mit der früheren Entwickelung der Embryonen vertraut wurde, deſto mehr lernte man viele Mißbildungen als ein Zurückbleiben auf früherer Stufe der Bildung kennen. Wenn man z. B. Neugeborene ſah, bei welchen die Bauchdecken vorn geſpalten waren und die Eingeweide bloß lagen, ſo war es bei einiger Kenntniß der Entwickelungsgeſchichte leicht einzuſehen, daß dieſe Bildung einer früheren Zeit angehöre, in welcher die Bauchdecken normal ſich noch nicht in dem Nabel zuſammengeſchloſſen haben. Solche und ähnliche Mißbildungen nannte man Hemmungsbildungen, und begriff darunter alle diejenigen Fälle, in welchen eine in früherer Zeit normale Structur des embryonalen Leibes in abnormer Weiſe ſich länger erhalten hatte, als ihr geſetzmäßigerweiſe zukam. Solche Hemmungsbildungen begründeten begreiflicher Weiſe Thierähnlichkeiten, wenn ſie in ſolchen embryonalen Charakteren auftraten, die in niederen Wirbelthieren auch im erwachſenen Zuſtande ſich bleibend erhalten. In anderen Fällen hingegen betreffen dieſe Hemmungsbildungen ſolche embryonale Charaktere, die niemals bleibend ſich entwickeln, ſondern ſtets nur vorübergehend auftreten. Da man früher die vergleichende Anatomie beſſer kannte, als die Entwickelungsgeſchichte, ſo fand man die Anhaltspunkte für ſolche Hemmungsbildungen weit eher bei den niederen Wirbelthieren, und betrachtete deshalb die Hemmungsbildungen weſentlich als das Reſultat einer Annäherung zu Thierähnlichkeiten, als Rückfall zu niederer Stufe der Organiſation. Man ſieht leicht ein, daß dieſe aus der vergleichenden Anatomie hervorgegangene Anſicht nur eine beſchränkte ſei, und eben darauf beruht, daß jedes Organ bei den höheren Wirbelthieren verſchiedene typiſche Veränderungen durchläuft, von welchen ein Theil ſich bleibend bei den niederen Thieren erhalten kann.

Daß dieſe Hemmungsbildungen außerordentlich viele Formen der Mißbildung erklären, unterliegt keinem Zweifel. Indeß muß darauf aufmerkſam gemacht werden, daß wir vielleicht keine einzige Hemmungsbildung kennen, welche ganz genau auf dem Punkte ſtehen bleibt, den ſie im Anfange behauptete, ſondern daß der in ſeiner Bildung gehemmte Theil dennoch faſt immer in gewiſſer Richtung ſich fortbildet und ſo einen abnormen Zuſtand erreicht, der mehr oder weniger von der embryonalen Bildung abweicht. Dieſe eigenthümliche, gleichſam in ſchiefer Richtung abweichende Entwickelung der Hemmungsbildungen hat man dann als beſondere Art derſelben abtrennen wollen, wenn ſie einen gewiſſen Grad erreichte, hat aber dabei überſehen, daß alle möglichen Uebergänge ſich finden. So betrachtete man z. B. die oben angeführte Spaltung des Gaumens, den Wolfsrachen, als eine reine Hemmungsbildung, diejenige der Iris hingegen, das ſogenannte Colobom, nicht, weil die Iris urſprünglich als ein rundes Gebilde ohne Spalt angelegt werde. Aber die Iris bildet ſich erſt, nachdem der urſprüngliche Spalt des Auges ſich geſchloſſen hat, und wenn dieſer offen bleibt, ſo kann ſie nicht anders, als in Form eines geſpaltenen Ringes ſich entwickeln. Indem man die Spaltung der Iris als etwas Beſonderes, den Wolfsrachen aber als eine reine Hemmungsbildung anſah, vergaß man, daß der knöcherne Oberkiefer auch nie eine ſolche Spalte zeigt, wie ſie bei dem Wolfsrachen vorkommt, ſondern daß er eben erſt verknöchert, wenn die Spalte ſchon durch die knorpeligen Anlagen der Knochen geſchloſſen iſt.

Wenn wir die Exiſtenz von Hemmungsbildungen darthun können, ſo iſt es uns im Gegentheile nicht vergönnt, ſagen zu können, auf welchen Urſachen ſpecieller Art die Entſtehung derſelben beruhte. Daß ſowohl urſprüngliche abnorme Anlage der Keimſtoffe, als auch ſpäter ſich entwickelnde zufällige Einflüſſe Hemmungsbildungen hervorrufen können, unterliegt wohl keinem Zweifel. Warum aber ſolche allgemeinere Urſachen dieſes oder jenes ſpecielle Organ befallen und in ſeiner Entwickelung aufhalten, wiſſen wir nicht und wird auch vor der Hand nicht eher

ergründet werden können, als bis man weiß, warum bei dem Erwachsenen eine allgemeine Schädlichkeit dieses oder jenes specielle Organ befällt.

Wir haben in dem Vorhergehenden hauptsächlich nur von denjenigen Mißbildungen gesprochen, welche in einem einzigen Individuum, einem einzigen Embryonen vorkommen können und sich dadurch charakterisiren, daß durch Hemmungsbildungen einzelne Theile derselben eine verkehrte Ausbildung genommen haben. Durch irgend einen Zufall oder durch eine ursprüngliche Anlage des Keimes ist demnach diese qualitative Abänderung der Entwickelung bedingt. Außer diesen Mißbildungen aber giebt es noch eine andere sehr merkwürdige Classe, welche sich hauptsächlich dadurch auszeichnet, daß eine quantitative Vermehrung in der embryonalen Anlage sich kund giebt, und zwar in der Weise, daß einzelne Theile in dem Keime sich verdoppeln. Diese Verdoppelung kann selbst so weit fortschreiten, daß zwei beinahe vollständige Individuen sich aus einem einzigen Keime entwickeln können. Man hat öfter behauptet, daß jede Doppelmißgeburt ein Resultat der Verschmelzung zweier Keime sei, welche durch irgend eine Ursache mehr oder minder vollständig in einander aufgingen. Auf den ersten Anblick scheint eine solche Ansicht über die Entstehung der Doppelmißgeburten allerdings die begründetste. Wie könnte eine andere Ansicht Raum finden, wenn man Doppelmißgeburten begegnet, welche nur an einem einzelnen Theile ihres Körpers mit einander verbunden sind und im Uebrigen zwei durchaus ausgebildete Körper zeigen? Bei dem Anblicke der siamesischen oder italienischen Zwillinge (Rita-Christina), welche nur durch ein schmales mittleres Band in der Brustgegend mit einander vereinigt waren, dessen Trennung man vielleicht hätte versuchen können, wird es einem Jeden wohl zuerst in den Sinn gekommen sein, an ein zufälliges Zusammenwachsen zweier Embryonen zu denken. Berücksichtigt man aber, daß von der geringsten Vermehrung eines unbedeutenden Organes bis zu der fast vollständigen Trennung der Doppelmißgeburten eine ununterbrochene Kette von Zwischenstufen sich hinzieht, und daß

man nirgends in dieſer Beziehung einen Haltpunkt finden kann, ſo gewinnt die Sache ein anderes Anſehen. Es wird wohl Niemand einfallen, in einem überzähligen Finger, welchen ein Kind mit auf die Welt bringt, den Beweis zu ſehen, daß dieſes Kind aus zwei verſchmolzenen Keimen ſich gebildet habe, von welchen der eine bis auf einen Finger verſchwunden, der andere aber vollſtändig ausgebildet ſei. Von dieſer einfachſten aller Verdoppelungen aber läßt ſich, wie ſchon bemerkt, eine fortſchreitende Reihe bis zu den ſiameſiſchen Zwillingen aufſtellen.

Wenn man aus dieſen Thatſachen ſchon vermuthen muß, daß die Doppelmißgeburten *nicht* durch Verſchmelzung zweier Keime, ſondern vielmehr durch Theilung und Vermehrung eines urſprünglich einzigen Keimes entſtehen, ſo ſpricht hierfür außerdem noch ein äußerſt wichtiges Geſetz, von welchem man bis jetzt noch keine Ausnahmen kennt. Die Doppelmißgeburten ſind nämlich ſtets mittelſt gleichnamiger Theile, Organe und Syſteme zuſammen verſchmolzen. Man hat noch nie eine Doppelmißgeburt gefunden, in welcher z. B. der Kopf an den Bauch oder an den Rücken angewachſen wäre, wo die Bauchfläche des einen Kindes mit der Rückenfläche des andern, oder die Leber des einen mit dem Herzen des andern ſich verbunden hätte, ſondern ſtets fand man Kopf an Kopf, Bauch an Bauch, Glied an Glied. Dieſe Geſetzmäßigkeit der Verwachſung deutet offenbar darauf hin, daß man an kein zufälliges Verſchmelzen zweier Keime denken könne, ſondern daß vielmehr ein einziger Keim mehr oder minder vollſtändig ſich ſpalte und verdoppele.

Die Doppelmißgeburten ſind verhältnißmäßig ſo ſelten, daß man nur äußerſt wenige Beobachtungen über unentwickelte Embryonen aus früheſter Zeit beſitzt, bei welchen Doppelbildungen ſich einleiteten. Man kennt indeſſen doch eine genauer beſchriebene Doppelbildung aus dem Anfange des dritten Tages der Bebrütung bei dem Hühnerembryo. Beide Embryonen lagen in einem kreuzförmigen Fruchthofe, waren mit dem Kopfe verwachſen, während ſie nach hinten von einander abſtanden und das Herz ſogar in doppelter Anlage vorhanden war. Der Dotter

war einfach und ſomit nicht daran zu denken, daß zwei Keime in demſelben Ei vorhanden geweſen ſeien. Eben ſo hat man in neueſter Zeit die Erfahrung gemacht, daß in befruchteten Hechteiern, welche eine Zeit lang zu Wagen transportirt und mehrere Stunden hindurch geſchüttelt wurden, ſich außerordentlich viele Doppelmißgeburten erzeugten.

Man hat bis jetzt mehrere unzweifelhafte Fälle beobachtet, wo in einem einzigen Graaf'ſchen Follikel zwei Eier vorhanden waren. Daß man ſolche Fälle nicht zur Bildung von Doppelmißgeburten anrufen dürfe, verſteht ſich aus dem Geſagten wohl von ſelbſt. Denn damit, daß zwei Eier neben einander in demſelben Follikel eingeſchloſſen liegen, iſt noch nicht geſagt, daß ſie nothwendig mit einander verſchmelzen müſſen. Es iſt überhaupt kaum denkbar, wie eine ſolche Verſchmelzung entſtehen könne, da das Ei innerhalb des Follikels und während ſeines Durchgangs durch den Eileiter von der verhältnißmäßig ſehr dicken Zona umhüllt iſt, und ſpäter, wenn die Zona ſich verdünnt und in das Chorion umgewandelt hat, die Bildung des Embryo ſchon ſo weit vorangeſchritten iſt, daß an eine Verſchmelzung auch nicht gedacht werden könnte. Es dürften vielmehr ſolche Fälle eher zur Erklärung von Zwillingsſchwangerſchaften benutzt werden, obgleich auch hier nicht abzuſehen iſt, warum eine Zwillingsſchwangerſchaft nicht eben ſo gut durch das Platzen zweier Graaf'ſchen Follikel hervorgebracht werden könne.

Man kennt einige wenige ſeltene Fälle, in welchen mehr oder minder entwickelte Embryonen innerhalb eines andern Fötus eingeſchloſſen waren. In dieſer Beziehung herrſcht kein Geſetz vor. Man fand eingeſchloſſene Theile oder ganze Embryonen in der Bauchhöhle, in dem Gefäße und an anderen Orten, und gerade dieſe Geſetzloſigkeit hinſichtlich des einſchließenden Ortes ſcheint darauf hinzuweiſen, daß in ſolchen Fällen wirklich zwei Keime in dem Eie vorhanden waren, von welchen der eine den andern überwucherte und einſchloß. Man hat Fälle geſehen, wo in einem Eie zwei Dotter vorhanden waren, von denen der eine meiſt kleiner und unentwickelter als der andere ſchien, ſo

daß ſich wohl hieraus dieſe ſeltenen Fälle von eingeſchloſſenen Embryonen und dadurch bedingter Doppelbildung erklären ließen.

Es würde zu weit führen, wollten wir hier auf die verſchiedenen Formen eingehen, welche die Mißbildungen überhaupt zeigen, und dieſelben im Einzelnen zergliedern. Es genügt, auf die allgemeinen Typen derſelben aufmerkſam gemacht und gezeigt zu haben, daß hauptſächlich die individuelle Anlage des Keimes es iſt, welche auf die Hervorbringung von Mißbildungen einen beſtimmten, weſentlichen Einfluß äußert. Der mütterliche Organismus zeigt ſeinen Einfluß hauptſächlich nur inſofern, als er eben den Keim in ſich erzeugt und ihm dadurch einen gewiſſen urſprünglichen Stempel aufdrückt, der in ſeiner ferneren Ausbildung ſich erhält. Späterer Einfluß von Seiten der Mutter auf den Fötus iſt nur inſofern denkbar, als die Blutmiſchung des mütterlichen Organismus diejenige des Fötus weſentlich verändern und dadurch Krankheiten des Fötus erzeugen kann, die bleibende Mißbildungen verurſachen. Allein dieſe Krankheiten ſind anerkanntermaßen nur eine geringe Quelle, aus welcher höchſt wenige Mißbildungen hervorgehen, und namentlich nicht diejenigen, welche man als Folgen des Verſehens gewöhnlich betrachtet. Die Furcht vor dem Verſehen iſt deshalb eine total thörichte, und es würde weit beſſer für die Lehre von den Mißbildungen überhaupt ſtehen, wenn man die alte Theorie von dem Verſehen gänzlich aus dem phyſiologiſchen Repertoir ausſtreichen und anerkennen würde, daß man erſt dann ſolche Theorieen annehmen darf, wenn kein anderer Weg der Erklärung möglich iſt.

Es iſt aus dem Vorhergehenden ſchon erſichtlich, daß wir ſelbſt diejenigen Folgerungen verwerfen müſſen, welche aus dem Begriffe hervorgehen, den man unter dem Namen der Idee der Gattung aufgeſtellt hat. Man hat ſich genöthigt geſehen, dieſem Principe gemäß unter den Mißbildungen verſchiedene Klaſſen aufzuſtellen, je nachdem dieſelben die Idee der Gattung nicht erreichen, dieſelbe überſchreiten, oder aber von derſelben abweichen. Analyſirt man dieſen Begriff näher, ſo kommt man

eben darauf, in dieſer Idee der Gattung den ſchöpfenden ſelbſtbewußten Gedanken wieder zu finden, der von der Materie losgelöst, dieſelbe nach ſeinen Capricen modelt. Es wurde ſchon oben des Weiteren auseinander geſetzt, daß wir einen ſolchen Begriff nicht anerkennen, ſondern vielmehr in dem Keime eine beſtimmte Materie erkennen, die ſich eben ihrer Zuſammenſetzung gemäß in beſonderer Weiſe entwickeln muß. Weicht dieſe materielle Zuſammenſetzung primitiv in irgend einem Punkte ab, oder wird durch irgend einen Zufall dieſelbe ſpäter geſtört, ſo erhalten wir eben als Reſultat dieſer materiellen Störungen die Mißbildung im weiteſten Sinne des Wortes. Auch hier bekennen wir offen, daß unſerer Anſicht nach nur der reinſte, unverfälſchte Materialismus zu erfreulichen Reſultaten in der Wiſſenſchaft führen kann.

Dreißigster Brief.

Der Umlauf des Lebens.

Die Entwickelung des Menschen ist bei weitem noch nicht mit dem Augenblicke abgeschlossen, in welchem er durch die Trennung vom mütterlichen Organismus ein selbstständiges Leben beginnt. Dies Leben selbst hat einen bestimmten Cyclus von Erscheinungen, welche es durchläuft; seine Functionen wechseln je nach dem Alter des Organismus. Wir haben bis jetzt, außer der embryonalen Entwickelung, die Functionen des menschlichen Organismus hauptsächlich nur in Beziehung zu dem reifen Lebensalter kennen gelernt, und es liegt uns nun zum Schlusse dieser ganzen Abhandlung noch ob, zu zeigen, wie der Organismus allmählich sich zu der Höhe seiner Functionen erhebt, auf derselben eine längere Zeit stehen bleibt, und dann wieder durch allmähliche Abnahme derselben der Vernichtung, dem Tode entgegeneilt.

Während des Säuglingsalters ist das Kind hauptsächlich auf Ernährung durch den mütterlichen Organismus angewiesen. Die Milch ist überhaupt ihrer Zusammensetzung nach das wahre Ideal eines Nahrungsmittels. So wie das Blut gleichsam den aufgelösten Organismus darstellt, so könnte man die Milch als eine Auflösung des typischen Nahrungsmittels betrachten. Die Milch einer jeden Thiergattung zeigt in ihrer Zusammensetzung eine eigenthümliche Proportion der einzelnen

bildenden Beſtandtheile; allein alle Milcharten ohne Ausnahme kommen darin überein, daß ſie Fett, Zucker, eine Proteïnſubſtanz, phosphorſaure und andere Salze enthalten, die nur in ihren Verhältniſſen wechſeln. Wir ſehen alſo, daß die Milch an und für ſich allen Anforderungen genügt, welche wir an die in ſpäterer Zeit zu genießenden zuſammengeſetzten Nahrungsmittel nur machen können. Die fettartigen Beſtandtheile ſind durch die Butter repräſentirt, welche in Form kleiner Kügelchen in der Milch aufgeſchwemmt iſt und durch ihre leichte Schmelzbarkeit äußerſt leicht in den Organismus übergeführt werden kann. Der Käſeſtoff, die einzige Proteïnſubſtanz, welche in der Milch ſich befindet, iſt zugleich die löslichſte von allen Proteïnſubſtanzen; der Milchzucker diejenige Zuckerart, welche am ſchwierigſten in Gährung und Zerſetzung übergeht. So findet denn der Säugling in der ihm gebotenen Muttermilch allen nöthigen Stoff zur Ernährung ſeiner Organe, zum Aufbau ſeiner Muskeln und ſeines Fettes, und in den aufgelösten Salzen den phosphorſauren Kalk, den er zur Ausbildung ſeiner Knochenſubſtanz nöthig hat.

Unter dem Einfluſſe dieſer Ernährung gewöhnt ſich der Säugling allmählich an das ſelbſtſtändige Leben, während zugleich die einzelnen Functionen ſich ſtärker heranbilden und feſtſetzen. Die Athmung, welche im Anfange nur noch ſehr unvollſtändig ſtatthatte, kräftigt ſich allmählich, und mit dieſer Kräftigung hält die Entwickelung der Eigenwärme gleichen Schritt. Anfangs, wo noch das eirunde Loch und der Botalliſche Gang offen ſind, kann die Athmung längere Zeit ausgeſetzt bleiben, während ſpäter, wenn dieſe Communicationsöffnungen ſich geſchloſſen haben, das Athembedürfniß in höherem Grad ſich zeigt. Deshalb können auch Kinder, welche ſcheintodt geboren werden, oft nach ſtundenlanger Aufhebung des Athemproceſſes wieder in's Leben gerufen werden. Das Bedürfniß nach äußerer Erhaltung der Wärme iſt bei dieſer geringeren Ausbildung der Athmung weit größer, als in ſpäteren Zeiten, weshalb denn auch wärmere Bedeckung ein nothwendiges Bedürfniß für den

Säugling ist. Indessen bilden sich verhältnißmäßig die vegetativen Functionen weit schneller und kräftiger hervor, als diejenigen, welche dem Centralnervensysteme untergeordnet sind. Man findet die Erklärung dieses Verhältnisses leicht in der verhältnißmäßig geringeren Ausbildung der Gehirnsubstanz. Diese ist noch weit flüssiger und breiiger als in späteren Zeiten, die Unterschiede zwischen grauer und weißer Substanz, die Eigenthümlichkeiten der mikroskopischen Elementarbestandtheile bilden sich erst während des Säuglingsalters bestimmter hervor. Die Gewölbtheile namentlich sind bei der Geburt und bei dem Kinde verhältnißmäßig weit weniger entwickelt, als der Hirnstamm, und daraus erklärt sich auch, daß im Anfange die Seelenthätigkeiten weit hinter den specielleren Functionen des Hirnstammes zurückstehen. So bestehen die ersten Bewegungen des Säuglings, wie namentlich das Saugen und Athmen, hauptsächlich aus Reflexbewegungen, die durch innere Bedürfnisse angeregt sind, während den zufälligen, durch äußere Einflüsse bedingten Reflexbewegungen anfangs sogar die bestimmte Combination abgeht. Wir sehen auf bestimmte schmerzhafte Empfindungen auch bei dem Säuglinge Zusammenziehungen der Muskeln, dem Gesetze der Reflexion gemäß, erfolgen. Anfänglich sind diese Bewegungen aber nicht in der zweckmäßigen Weise combinirt, wie es nöthig ist, um die schmerzende Ursache entfernen zu können. Auch für die willkürlichen Bewegungen fehlt anfangs die zweckmäßige Zusammenwirkung. Aus dieser mangelnden Combination, die, wie wir in den Briefen über das Nervensystem gesehen haben, hauptsächlich ein Resultat der öfteren Uebung ist, entspringt denn auch wohl großentheils für den Säugling die Unmöglichkeit, sich auf seinen Gliedern aufrecht zu erhalten, und für das Kind der schwankende und unsichere Gang. Man hat diese Verhältnisse einzig aus der ursprünglichen Schwäche der Muskeln und aus der mangelnden Festigkeit des Knochengerüstes herleiten wollen, allein sicher mit Unrecht. Der Säugling umfaßt den Finger, den man ihm in die Hand steckt, mit ziemlicher Kraft, und übt einen Druck aus, der hinlänglich beweist, daß die Muskeln schon eine bedeutende

Stärke beſitzen und daß die Grundlagen des Skelettes eine gehörige Kraftentwickelung ertragen können. Nichts deſto weniger kann der Säugling nicht mit Beſtimmtheit nach einem dargebotenen Gegenſtande greifen, indem die zu einer ſolchen Bewegung nöthige Combination der einzelnen Muskelzuſammenziehungen ihm unmöglich iſt. Der Säugling greift deshalb nach einem Gegenſtande, er ſtellt ſich zum Gehen oder Kriechen etwa in der Art, wie ein mit Krämpfen behaftetes Individuum, bei welchem die Muskeln zwar dem Willen gehorchen, aber bald zu wenig, bald zu viel thun, und dadurch die Zweckmäßigkeit der Combination aufheben. In ähnlicher Weiſe verhält es ſich mit noch gar manchen combinirten Bewegungen, welche der Säugling erſt nach und nach erlernt. So kann er z. B. die Augen nach allen Richtungen hin bewegen, während ihm die Fähigkeit fehlt, dieſelben auf einen beſtimmten Punkt zu richten, oder mit anderen Worten, nach einer gewiſſen Richtung hin zu blicken.

Mit der noch ſehr unentwickelten Seelenthätigkeit hängt die Stumpfheit der Sinneseindrücke weſentlich zuſammen. Der Säugling verhält ſich hier etwa wie ein Thier, dem man durch theilweiſe Wegnahme der großen Hemiſphären die Summe der höheren Gehirnfunctionen verringert oder gänzlich geſtrichen hat. Daß die peripheriſchen Sinnesnerven wirklich die Eindrücke der Außenwelt aufnehmen, das beweiſen die Reflexionsbewegungen, welche dieſen Eindrücken auch bei dem Säuglinge folgen, wie namentlich das Schließen der Augenlieder bei grellem Lichte, die Empfindlichkeit der Iris u. ſ. w. Dagegen gelangen dieſe Eindrücke nicht zur bewußten Auffaſſung, weil eben das Organ dieſer Auffaſſung, die Hemiſphären des großen Gehirnes, noch nicht vollſtändig entwickelt ſind. Mit der allmählichen Entwickelung der Hemiſphären bilden ſich denn auch aus der urſprünglichen Stumpfheit allmählich die verſchiedenen Seelenthätigkeiten hervor. Die Sinneseindrücke werden nun bewußt empfunden, zu einem Ganzen combinirt und dem Gedächtniſſe eingeprägt, die Bewegungen werden ebenfalls bewußt combinirt, und nicht nur

ihr Eintritt, ſondern auch ihr Maß dem Willen untergeordnet, woraus denn ihre Zweckmäßigkeit ſich hervorbildet. Alle dieſe allmählichen Veränderungen ſtehen in dem genaueſten Wechſelverhältniſſe mit der fortſchreitenden inneren Entwickelung des Gehirnes.

In dem Säuglinge ſchon zeigen ſich die Spuren mancher, ſowohl körperlicher als geiſtiger Anlagen (wie denn dieſe beiden ſtets Hand in Hand gehen), die ſich erſt in ſpäterer Zeit vollſtändiger und kenntlicher entwickeln. Dieſelbe Erſcheinung tritt uns hier vor die Augen, welche wir ſchon in dem Keime verfolgten; wir ſehen von Anfang an individuelle Eigenthümlichkeiten durchleuchten, welche durch die Zeugung und Entſtehung in den Keim gelegt und von dieſem ausgebildet wurden, bis ſie im Säuglings- oder Kindesalter hervortreten. So wie die Familienähnlichkeit in dem runden Kindergeſichte, an welchem alle vorſpringenden Ecken und Leiſten weggewiſcht, alle Züge unter einer ſchwellenden Fettlage verdeckt ſind, erſt nach und nach ſich ausbildet und materiell kund giebt, ſo ſehen wir auch in den geiſtigen Fähigkeiten gewiſſe Familienähnlichkeiten nach und nach auftauchen, die einen weſentlichen Theil der individuellen Eigenthümlichkeiten ausmachen. Der aufmerkſame Beobachter findet ſchon die Keime dieſer Eigenthümlichkeiten bei dem Säuglinge; Mütter von mehreren Kindern wiſſen ſehr wohl, wie das eine von Anfang an leicht reizbar ſich zeigte, beſtändig ſchrie und weinte, unruhig ſchlief, ohne krank zu ſein, ungemeſſene Zuneigung zu dieſen, unbeſiegbare Antipathie gegen jene Perſonen zeigte, wie derſelbe Säugling im Kindesalter wechſelnder in ſeinen Launen war, als die Wetterfahne auf dem Dache, in derſelben Minute zehnerlei Anderes wollte, ſchnell auffaßte und eben ſo ſchnell vergaß, in der Schule hundert Allotria trieb und das Kreuz ſeiner Lehrer wurde, die ihn langweilten; während der Bruder als Säugling ſchon den ganzen Tag ſchlief oder nur aus Hunger plärrte, ſich gleich wohl in den Armen eines jeden Freundes befand, als Kind langſam auffaßte und ſchwer begriff, aber auch das gehörige Sitzfleiſch von der

Natur mitbekommen hatte, um dieſer langſamen Auffaſſungsgabe ein Gegengewicht zu geben.

Man wird vielleicht fragen, wie bei dieſen urſprünglichen Anlagen und der ſelbſtſtändigen Ausbildung der materiellen Subſtrate der Geiſtesfunctionen ſich ein Einfluß der Erziehung denken laſſen könne, während doch die Erfahrung einen ſolchen unwiderleglich nachweiſe. Wir läugnen denſelben auch nicht, ob wir gleich der Anſicht ſind, daß er weit beſchränkter ſei, als man ſich gewöhnlich einbildet, und daß namentlich die ſogenannte Pädagogik oder Erziehungskunſt der Schulmeiſter und Lehrer nur höchſt geringen Einfluß auf die körperliche wie geiſtige Entwickelung des Menſchen von jeher geübt hat. Der Menſch iſt vor allen anderen ein geſelliges Thier, darauf angewieſen, in größeren Gemeinſchaften zu leben und in dem Kindesalter durch den Trieb der Nachahmung ſich zu dieſer Geſelligkeit heranzubilden. Deshalb ſehen wir das Kind allmählich nicht nur die äußeren Gewohnheiten, ſondern auch die geiſtigen Gewohnheiten des Kreiſes annehmen, in welchem es ſich befindet; — es gewöhnt ſich an denſelben Ideengang, dieſelbe Art von Schlußfolgen, dieſelbe Anſchauungsweiſe ſämmtlicher Dinge, wie diejenigen ſie beſitzen, nach welchen es ſich modelt. Dieſe Annahme von Anderen wird freilich ſehr modificirt durch die urſprünglichen Anlagen des Kindes. Je mehr dieſe den Gewohnheiten des Kreiſes, in welchen das Kind lebt, entſprechen, deſto leichter wird es ſich dieſelben aneignen, indem ſchon die natürliche Entwickelung der Anlagen zu dieſer Annahme hinleitet; im entgegengeſetzten Falle wird es in ſeiner Entwickelung gehemmt werden, ſobald die Gewohnheiten und Anſichten der Umgebung ſeinen Anlagen zu ſchroff entgegen ſtehen. Deshalb iſt das Aufwachſen in der Familie ſelbſt, in der Geſellſchaft der Erzeuger, ein ſo weſentliches Erforderniß zur normalen Entwickelung des Kindes, zur gehörigen Ausbildung derjenigen Anlagen, welche ihm durch die Zeugung von Vater und Mutter eingepflanzt wurden. Aus demſelben Grunde aber iſt auch die Abſchließung in der Familie das vortrefflichſte Mittel, um die einſeitige Entwickelung der geiſtigen und körper-

lichen Eigenthümlichkeiten auf die Spitze zu treiben und dadurch die Raſſe zu verderben. Das Leben in der engeren Familie ſoll die Anlagen zur Reife bringen, welche die Zeugung in das Kind legte; der Umgang mit Andern, mit Andersgeſinnten ſoll die einſeitige Entwickelung dieſer Anlagen verhindern. Die Iſolirung hat ſich von jeher gerächt an denjenigen, welche ſich dieſelbe aufbürdeten, und wenn das unbeſtreitbare geiſtige Verkommen des Adels und derjenigen Familien, welche in der Geſellſchaft noch höheren Rang einnehmen, einen Grund hat, ſo iſt es ſicher dies Verbrechen an der geſelligen Natur des Menſchen, welches dieſe bevorzugten Familien durch Iſolirung ihrer Kinder im jüngeren Alter begehen.

Es iſt leicht einzuſehen, warum gerade der Umgang, die gewöhnliche Beſchäftigung mit dieſen oder jenen geiſtigen Thätigkeiten auch auf dieſelben bildend zurückwirkt. Jedes Organ im Körper, ſei es welches es wolle, kann durch Uebung geſtärkt, vervollkommnet und ſelbſt einſeitig ausgebildet werden. Es ſteht vollkommen in unſerer Gewalt, einem ſonſt geſunden Kinde ſtarke Beine oder ſtarke Arme zu geben, je nachdem wir durch Uebung der Muskeln dieſelben ſtählen. Nicht nur allſeitige Ausübung der Muskelkraft, ſondern auch jede einſeitige Ausbildung dieſes oder jenes Muskels, oder einer ganzen Reihe von Muskeln, iſt möglich. Daſſelbe aber können wir für die inneren Organe erreichen. Wir ſind im Stande, durch beſondere Nahrung nicht nur Fettablagerung oder Magerkeit zu bewirken, ſondern auch einſeitige Ausbildung einzelner Organe. Wenn auch dieſe Verſuche nicht bei Menſchen gemacht werden, ſo ſind ſie doch bei Thieren nicht ungewöhnlich, und wir wiſſen z. B. recht gut, wie wir eine Gans nähren müſſen, um ihre Leber abnorm zu vergrößern. Das Gehirn iſt von dieſem Geſetze nicht ausgeſchloſſen; die Uebung einzelner Functionen deſſelben trägt auch zur Ausbildung des materiellen Subſtrates bei, und ſo kann auch die einſeitige Ausbildung beſtimmter Geiſtesthätigkeiten ſehr wohl von außen her angeregt werden. Es liegt vollkommen in unſerer Macht, ein weiches Gemüth zur Schwärmerei oder zur

Melancholie, einen selbstständigen Geist zum Hochmuth und zum Stolze zu leiten. Darin liegt denn auch die Macht, welche die Erziehung über die geistige Bildung ausüben kann. Ich glaube, daß man aus physiologischen Principien die Möglichkeit läugnen muß, diese oder jene geistige Anlage auszurotten, da ihr materielles Substrat einmal vorhanden ist, das sich nicht wegschaffen läßt. Eben so wenig läßt sich einem Kinde, das eine platte oder aufgestülpte Nase erhalten soll, eine Adlernase anerziehen. Wenn daher Erzieher und Schulmeister sich brüsten, daß sie den Kindern edle Gefühle einflößen könnten, so kann man solche Selbstüberschätzung nur mit einem mitleidigen Lächeln abfertigen, und wenn dies gar während einiger Tagesstunden in der Schule, gelegentlich beim Lesen- und Schreibenlernen geschehen soll, so ist die Behauptung vollends kindisch zu nennen.

Eine wesentliche Epoche in dem kindlichen Leben ist diejenige, in welcher durch das Hervorbrechen der Zähne der werdende Mensch zu festerer Nahrung angewiesen wird, wo die Natur selbst nachweist, daß die Muttermilch nicht mehr zu dem raschen Wachsthum der Organe hinreicht. Die Gestalt der Milchzähne weist sicher darauf hin, daß das Kind wesentlich Fleischnahrung bedarf, das heißt mit anderen Worten, Eiweißstoffe, welche zum Aufbau besonders des Muskelfleisches verwendet werden. Die Glieder des Säuglings sind verhältnißmäßig noch sehr klein und unentwickelt, besonders dem ungestalten Kopfe gegenüber, in welchem wieder der blasenförmige runde Schädel ein bedeutendes Uebergewicht zeigt. Die Tendenz der bildenden Thätigkeit im Kindesalter geht deshalb wesentlich auf die Entwickelung der Extremitäten, die verhältnißmäßig weit mehr wachsen, als der Kopf, dessen äußerer Umfang weniger zunimmt, als sich seine inneren Theile ausbilden. Die Energie der Athemfunction, sowie der verschiedenen Secretionen, steht noch nicht in dem Verhältniß wie später; es werden, auch in Beziehung zu dem Körpergewichte, weniger Kohlensäure, weniger feste Stoffe in dem Urine entleert, als in dem Mannesalter, aus dem einfachen Grunde, weil Einnahme und Ausgabe nicht

mit einander im Gleichgewicht ſtehen, ſondern erſtere bedeutend überwiegt und der Körper ſchnell an Maſſe und Gewicht zunimmt. Es iſt deshalb ein großer Fehler, wenn die Nahrung des Kindes und des wachſenden Jünglings ſo eingerichtet wird, daß mehr die Athemfunction und die Fettproduction begünſtigt wird, als die Aſſimilirung von Eiweißſubſtanzen. Die mehligen Nahrungsmittel, welche hauptſächlich nur Stärke und Zucker dem Organismus zuführen, ſind deshalb als Baſis der Nahrung für das Kindesalter durchaus zu verwerfen und nur in ſolcher Menge zu geben, als dies für die Erhaltung der Athemfunction nöthig iſt. Dagegen iſt ein weſentliches Bedürfniß Zuführung von Kalk und Phosphorſäure in der Nahrung, um das Skelett gehörig ausbilden zu können, das raſch wächſt und ohne dieſe Zufuhr ſeine Knochenſubſtanz nicht gehörig ausbilden kann. Die Secretionen des Säuglings und Kindes, beſonders der Urin, enthalten keinen phosphorſauren Kalk, wie bei dem Erwachſenen, und die unglücklichen Kinder, welche an der engliſchen Krankheit, der Rhachitis, leiden und den zur Knochenbildung beſtimmten Kalk durch den Harn verlieren, erſetzen dieſen Verluſt durch Picken und Bohren an Kalkmauern, durch Verſchlucken von Mörtel, wozu ein unwiderſtehlicher Trieb ſie verleitet.

Wenn es Aufgabe der Phyſiologie iſt, zu erforſchen, welches die Functionen des Körpers ſeien, ſo gehört ſicher auch in den Kreis ihrer Beſchäftigungen die Unterſuchung der Art und Weiſe, wie dieſe Functionen gekräftigt und namentlich im unſelbſtſtändigen Lebensalter normal eingerichtet werden können. Es erweist ſich nun hier als weſentliches Bedürfniß des Kindesalters: thätige Uebung der Muskelkraft in jeder Art und Beförderung der normalen Blutcirculation, welche leicht durch den Bildungsproceß des Gehirnes, durch Vermehrung des Athembedürfniſſes, eine abnorme Richtung nach Kopf und Bruſt nimmt. Die häufigen Hirnwaſſerſuchten, Luftröhren- und Lungenentzündungen, ſind weſentlich in dieſer abnormen Zuleitung des Blutes nach dem oberen Theile des Körpers zu ſuchen. Dieſe

abnorme Zuleitung begünstigt man aber durch möglichst warme Bedeckung des Kopfes, Einwickeln und Einschnüren des Oberkörpers und, diesem entgegengesetzt, durch Entblößen der Beine. Man beruft sich auf die Bauernkinder, die selbst im Winter in bloßen Beinen herumlaufen und doch gesund sind. Vollkommen wahr! Allein sie laufen auch herum, und zwar im bloßen Kopfe und oft nur sehr nothdürftig am Körper bedeckt. Das stubenhockende Kindergeschlecht aber, das man englischer Mode zu Liebe einmal des Tages mit bloßen Beinen spazieren führt, das sonst sitzen und wohlerzogen sein muß, dem man Kopf, Brust und Hals über und über einhüllt, wie soll das sich normal entwickeln?

In geistiger Beziehung herrscht dieselbe Unvernunft, dasselbe System, das hier einschnürt und dort unbedeckt läßt. Das Kind will unterhalten, es will belehrt sein. Aber es sind nicht Sprachformen und grammatikalische Schwierigkeiten, die seine Neugierde reizen, sondern die Gegenstände der Außenwelt, die Handlungen der Umgebungen; alle Eindrücke, welche seine Sinne treffen, möchte es sich klar machen, ihr Warum? erforschen, von Aelteren darüber Auskunft haben. An diese unmittelbaren Eindrücke seiner Sinne knüpft das Kind seine selbstständigen Productionen, die wir Spiele der Phantasie zu nennen belieben, und worin es, seiner unzusammenhängenden Denkweise gemäß, das Erlebte, Empfundene zu nur ihm verständlichen Bildern zusammenfaßt, die uns älteren Lauschern etwa wie Träume unseres eigenen Gehirnes entgegen treten. Statt diese ursprüngliche Neugierde über natürliche Dinge zu befriedigen, statt ihr Nahrung zu geben durch vernünftige Erklärung der Gründe, welche das Kind wissen will, schlägt man diesen ursprünglichen Trieb entweder mit Sprachkeulen nieder, oder man lenkt ihn auf jämmerliche Nebenwege, die meist nur da sind, um die eigene Unwissenheit zu beschönigen. Daher denn dieser Wahnwitz, die Kinder im sechsten Jahre, im fünften schon Latein anfangen zu lassen; daher dieser Unverstand, der die Naturwissenschaften nicht für bildend hält, sondern ihnen nur den Werth eines Gedächtnißkrames

einräumt, den man erſt ſo ſpät als möglich einpfropfen müſſe. Das Kind will wiſſen, warum es donnert und blitzt, weshalb das Waſſer den Berg nicht hinauf fließt, und aus welchem Grunde es heute regnet und morgen die Sonne ſcheint; ſtatt ihm hierfür Erklärungen zu geben, ſagt man: „der liebe Gott hat's gemacht“, oder man weist es an ſeine lateiniſche Declination.

Der Eintritt der Mannbarkeit bezeichnet den Beginn derjenigen Periode des Lebens, in welcher das Wachsthum des Körpers aufhört, die einzelnen Functionen ſich ins Gleichgewicht ſetzen und, als höchſte Blüthe derſelben, die Zeugungsfunction ausgeübt werden kann. Jedermann weiß, daß äußere Zeichen dieſen Eintritt der Mannbarkeit angeben; bei dem männlichen Geſchlechte das Hervorſproſſen der Barthaare, die Erweiterung des Kehlkopfes und die daraus bewirkte Aenderung der Stimme. Es unterliegt keinem Zweifel, daß dieſe mit dem Eintritt der Geſchlechtsfunction in dem engſten Zuſammenhange ſteht, weshalb ſie bei Caſtraten nicht erfolgt. Bei dem weiblichen Geſchlechte iſt es namentlich die Rundung des Buſens, welche den Eintritt der Regeln und ſomit die geſchlechtliche Reife ankündigt. Auffallendere äußere Zeichen dieſer erſten Ausſtoßung von befruchtungsfähigen Eiern fehlen bei dem weiblichen Geſchlechte mehr, als bei dem männlichen, da die Stimme, wenn ſie auch voller und klangreicher wird, doch nicht jene krähende Uebergangsperiode beſteht, wie bei dem Manne.

Es liegt nicht in unſerer Abſicht, hier längere Schilderungen zu geben von der Veredelung des Geſchlechtstriebes durch die Liebe, von dem Einfluſſe, den die Geſchlechtlichkeit überhaupt auf das ganze Leben ausübt. Nicht als ob wir dieſe Schilderungen der Phyſiologie entrückt glaubten; — allein der Umfang dieſer Briefe iſt ſchon zu groß geworden, um Dinge, die einem Jeden bekannt ſind, hier zu wiederholen. Wohl aber ſei es uns geſtattet, noch einiges über das Greiſenalter und über den Tod hier anzufügen, da man über dieſe Dinge weniger übereinſtimmend denkt.

Jeder Organismus beſchreibt einen gewiſſen Kreislauf von ſeiner erſten Entſtehung bis zu ſeiner endlichen Vernichtung; er erreicht eine Lebenshöhe, auf welcher ſeine Functionen in allgemeinem Einklange ſtehen, von welcher er dann wieder abwärts geht. Dieſe Lebenshöhe findet ſich in ſehr ungleichen Abſchnitten der zeitlichen Dauer des Organismus überhaupt; ſie hat ſelbſt nur ſehr abwechſelnde Länge des Beſtandes. Schmetterlinge können Jahrelang als Raupe und Puppe zubringen, um nur wenige Tage in vollkommenem Zuſtande zu ſein und unmittelbar nachher dem Tode verfallen. Hier iſt alſo die Höhe des Lebens ganz an das Ende deſſelben gerückt. Bei anderen Thieren liegt ſie mehr im Anfange. Wer wollte es läugnen, daß ſie bei den Rankenfüßern z. B. in der Jugend liegt, wo das Thier frei umherſchwimmt, mit Augen verſehen iſt, einen wohlgeſonderten Kopf und gegliederte Bewegungsorgane hat, während das alte Thier feſtſitzt, keinen Kopf, keine Augen und verſchrumpfte Füße hat? Man hat in dieſem Falle, wo das Leben ſchnell zurückſinkt von ſeiner Höhe, dann aber ſich in niederem Stande lange fortſpinnt, von rückſchreitender Metamorphoſe geſprochen. Jedes Thier, jeder Organismus aber hat ſeine rückſchreitende Metamorphoſe, die ihn dem Tode entgegenführt, und in denjenigen Thieren, welche dem Menſchen am nächſten ſtehen, den Affen, hat man ſie auf das Ueberzeugendſte nachgewieſen. Bei dieſen beginnt ſie ſchon mit dem Mannesalter; — in gleichem Maße als der Kiefer länger wird, der Schädel ſeine runde Geſtalt verliert und der ganze Kopf von der Menſchenähnlichkeit, die der junge Affe beſaß, herabſinkt, wird auch das Thier ſelbſt dummer, wilder, in allen ſeinen geiſtigen Eigenſchaften bornirter und unverträglicher.

Wenn hier die Höhe des Lebens ſchon während der Mannbarkeit vorübergeht, ſo iſt ſie dagegen bei dem Menſchen mit dieſer ſelbſt verknüpft, und beginnt zu ſinken, ſobald die geſchlechtliche Function aufhört. Ob dies früher oder ſpäter eintrete, iſt vollkommen gleichgültig; die Zahl der Jahre macht hier Nichts zur Sache; wenn man von Thomas Parre erzählt, er habe bis

in das 140ste Altersjahr seinen ehelichen Pflichten getreulich nachkommen können, so fing für diesen ganz besonders beglückten Sterblichen das Greisenalter erst nach dieser späten Zeit an. Die Ernährung sinkt während des Greisenalters allmählich; so wie sämmtliche Functionen des Körpers nach und nach in ihrer Energie nachlassen und einer allmählichen Vernichtung entgegen gehen, so sinken auch die Geistesthätigkeiten allmählich von der Höhe der Intelligenz herab. Wenn Lichtenberg von seinem eigenen Greisenalter sagt: „Ich stecke jetzt meine ganze Thätigkeit auf's Profitchen, Kohlen sind noch da, aber keine Flamme. Wenn ich ehedem in meinem Kopfe nach Gedanken und Einfällen fischte, so fing ich immer etwas; — jetzt kommen die Fische nicht mehr so; — sie fangen an, sich auf dem Grunde zu versteinern und ich muß sie heraushauen; zuweilen bekomme ich sie nur stückweise heraus, wie die Versteinerungen von Monte Bolca, und flicke dann aus den Stücken etwas zusammen."— Wenn Lichtenberg das von sich selbst sagt, so malt er damit in wenigen treffenden Zügen die Eigenthümlichkeiten des geistigen Lebens im Greisenalter. Die Zugänglichkeit von Außen, wie die Productivität von Innen gehen bei dem Greise zu Grunde, und nach und nach erlischt eine Fähigkeit des Geistes nach der andern, bis dem völligen Stumpfsinne der Tod ein Ende macht.

Die Ehrfurcht, welche das Alter jedem sittlich gebildeten Menschen einflößt, hat von jeher verleitet, dasselbe als die höchste Blüthezeit der Intelligenz anzusehen. Wenn man diese Blüthe im Zurücktreten der Leidenschaften, in der Unempfindlichkeit gegen äußere Eindrücke, in dem Mangel höheren Schwunges, in der Flachheit der geistigen Productionen, in dem Widerstande gegen jeden Fortschritt sieht; so mag dem Alter wohl die Weisheit gegönnt werden, die man ihm damit zuschreibt. Der Greis schließt sich starr in seinen Ansichten und Meinungen ab; hat er in der Wissenschaft, in höheren geistigen Regionen sich beschäftigt, so ist er nicht nur nicht mehr fähig, deren Fortschritt zu fördern, sondern er faßt diesen Fortschritt auch nicht und beklagt sich, daß man zurückgehe. In der Regel versagt er mißtrauisch allem

Neuen die Anerkennung; wo er aber daſſelbe noch aufnimmt, da fühlt er nicht die neuen Richtungen, die ſich anbahnen, da erfaßt er nicht die Veränderungen, welche in der Wiſſenſchaft ſich verbreiten und dieſelbe umſchaffen; — er findet im Gegentheile, daß er Alles ſchon ſeit langer Zeit wußte, oder daß mit allen neuen Thatſachen keine neue Richtung angebahnt werde, ſondern das Ganze im alten Geleiſe bleiben müſſe. Was die geiſtige Productionskraft betrifft, ſo kann man ohne Unrecht behaupten, daß die ſämmtlichen Productionen von Greiſen, die auch wirklich aus dieſem Alter herrühren, vernichtet werden könnten, ohne den mindeſten Schaden für Wiſſenſchaften und Künſte im weiteſten Sinne des Wortes.

Der nothwendige Tod macht dieſer rückſchreitenden Metamorphoſe des Körpers und ſeiner geiſtigen Functionen ein Ende. Nicht ein beſonderer krankhafter Zuſtand bedingt ihn, ſondern eine gleichmäßige Abnahme der Lebensenergie aller Organe, die freilich meiſt in dieſem oder jenem ſpeciellen Organe eine tödtende Krankheit hervorruft.

Bis dahin begleitet die Phyſiologie den Organismus, mit der Vernichtung deſſelben hört auch ſie auf.

Einunddreißigster Brief.

Statistische Physiologie.

Dem Geometer, der die Oberfläche der Erde von der Höhe seines absoluten Standpunktes als ein Ganzes betrachtet, verschwinden die Berge und Thäler, die Erhöhungen und Vertiefungen. Eine einzige gleichmäßig gekrümmte Fläche schlingt sich für ihn um den Erdenball herum, an dem riesige Gebirge nur wie winzige Sandkörner erscheinen. Erst als man den Höhenpunkt der mathematischen Speculation erklommen hatte, von dem aus die Unebenheiten des Reliefs verschwinden und ein allgemeines Niveau hergestellt wird; erst dann konnte man zu der Abstraction der mittleren Erdgestalt, zu der Berechnung ihrer Durchmesser, ihrer Größe, ihres Volums, zur Bestimmung ihrer astronomischen Verhältnisse zu den übrigen Sternen fortschreiten.

Die Gesellschaft verlangt eine ähnliche Betrachtungsweise. Der Blick des einzelnen Beobachters wird durch die einzelne Thatsache, durch die hervorstechende Persönlichkeit gefesselt; was die Meisten Erfahrung nennen, ist gewöhnlich die Uebertragung solcher einzelner, besonders vorragender und darum auch abnormer und außergewöhnlicher Thatsachen und Individualitäten auf das Ganze der Gesellschaft, die dadurch mit eingebildeten Eigenschaften ausgestattet wird, die ihr in keiner Weise angehören. Wenn es sich aber darum handelt, allgemeine Normen aufzufinden, welche für die Gesellschaft im Ganzen passen, so

muß man verfahren wie die Geometer und auf die Maſſen das Augenmerk richten. Je größer die Maſſen, je zahlreicher die Thatſachen, die man vergleicht und aus denen man die Reſultate zieht, deſto mehr verſchwinden die Einzelheiten, die Individuen, die beſonderen Eigenthümlichkeiten, und deſto mehr tritt ein Mittelwerth hervor, der als allgemeines Geſetz ſich geltend macht. Dieſer Mittelwerth iſt freilich eine reine Abſtraction — es iſt möglich, daß von tauſend und aber tauſend Factoren, die ihn zuſammenſetzen, auch nicht ein einziger wirklich genau mit ihm übereinſtimmt —; aber nichts deſto weniger zeigt dieſer Mittelwerth die Linie, um welche herum die ſämmtlichen Factoren in nächſter Nähe ſich gruppiren. So kann man denn auch aus der Betrachtung vieler Individuen, die unter ſich wieder ähnlich ſind in Beziehung auf den Punkt, den man unterſuchen will, eine Mittelzahl für gewiſſe Werthe erhalten, welche die Norm für dieſen Werth angiebt. Je mehr Individuen zu einer ſolchen Unterſuchung dienen, je weiter der Raum ausgedehnt iſt, auf den ſich die Beobachtungen beziehen; deſto genauer wird die erhaltene Mittelzahl ſein, deſto mehr wird ſie dem wirklichen Geſetze ſich annähern, deſto mehr auch für neu hinzukommende Fälle die Normalzahl darſtellen. Der Beobachter z. B., welcher nur den Kreis ſeiner Bekannten benutzen kann, um durch Meſſung der Körperlänge im Alter von zwanzig Jahren die mittlere Körpergröße feſtzuſtellen, wird weit größeren Irrthümern ausgeſetzt ſein, als Derjenige, welcher die Recrutenliſten eines Landes vergleicht. Der Eine hat vielleicht nur Städtebewohner, vielleicht nur Individuen eines beſonderen Standes unterſuchen können, die in beſonderen Eigenthümlichkeiten übereinkommen, ſo daß ſeine Mittelzahl zu groß oder zu klein ausfällt. Bei dem Andern fallen dieſe Fehler weg, denn ſeine Beobachtungen umfaſſen alle Bewohner eines großen Landes im Alter von zwanzig Jahren. Seine Mittelzahl wird ſich mehr der Wahrheit nähern, ohne ſie indeß vollſtändig darzuſtellen. Denn der Engländer iſt im Durchſchnitte etwas größer, als der Franzoſe; der Nordländer meiſt höher gewachſen, als der Südländer; die germaniſche

Raſſe größer, als die keltiſche oder die romaniſche. Erſt Derjenige, welcher die Recrutenliſten ſämmtlicher Bewohner der Erde (wenn ſolche unglücklicher Weiſe exiſtirten) berechnen könnte, würde die wahre Mittelzahl erhalten: alle übrigen aber nähern ſich um ſo mehr dieſer Wahrheit, je größere Mengen ſie umfaſſen.

So geht denn aus ſolchen Unterſuchungen, welche auf die verſchiedenſten Verhältniſſe ausgedehnt werden können, ein idealer Mittelwerth hervor, welchen man den mittleren Menſchen genannt hat. Dieſer mittlere Menſch hat niemals exiſtirt und wird niemals exiſtiren: er iſt eine ideelle Größe, ein Mittelwerth, abſtrahirt aus dem Einzelnen; aber er iſt zugleich die Norm des Menſchen in ſeiner zeitlichen Entwickelung auf der Erde. Wir können beſtimmen, wie groß dieſer mittlere Menſch in einem gewiſſen Alter iſt, wie oft ſein Herz ſchlägt und ſeine Lunge athmet, welche Kraft er entwickeln kann, welches Volum, welche Größe ſeine einzelnen Organe und Theile haben. Dieſer mittlere Menſch, ſo wie er die Norm iſt, ſtellt auch zugleich das äſthetiſche Ideal dar, in welchem alle Organe gleichmäßig entwickelt ſind und in harmoniſcher Uebereinſtimmung ſich befinden. Unbewußt meiſtens wendet man dieſe Norm auf die Beurtheilung der Darſtellungen der menſchlichen Geſtalt an. Der Maler oder Bildhauer, welcher ſich eine Abweichung von der normalen Länge des Armes zu Schulden kommen ließe, die nur ein Zwanzigſtel dieſer Länge betrüge, würde ſicher der Kritik verfallen, und eine bedeutendere Abweichung würde unzweifelhaft einem Jeden als grober Fehler erſcheinen.

Der mittlere Menſch geht ſomit aus der Betrachtung der Geſellſchaft in Maſſe hervor. Seine Beziehungen zu der Geſellſchaft, ſeine Veränderung durch die Geſellſchaft, durch die übrigen äußeren Einflüſſe, ſind Gegenſtand derſelben Betrachtungsweiſe. Die Zahl der Geburten und Sterbfälle, der Heirathen und Verbrechen unterliegen ebenfalls einer ſicheren, faſt unveränderlichen Norm, die von dem jedesmaligen Stande der Geſellſchaft, ſo wie von äußeren, vom Menſchen unabhängigen

Einflüſſen abhängt. Die Bedingungen des geſelligen mittleren Menſchen ändern ſich vielfach im Laufe der Zeit und mit ihnen das aus ihnen gezogene Reſultat. Die mittlere Lebensdauer, die Verhältnißzahl der Todesfälle und der Geburten, werden verändert durch Anhäufung der Bevölkerung an größeren Centralpunkten, durch veränderte Lebensweiſe, veränderte Nahrung, veränderte Beſchäftigung. Mißerndten, kalte Winter, heiße Sommer, Sümpfe, Ausdünſtungen und eine Menge anderer, vom Willen der Menſchen unabhängige Agentien können eingreifende Wirkungen äußern. Je weiter umfaſſend in Bezug auf Zeit und Raum die Factoren ſind, die man in die Berechnung zieht, deſto mehr verſchwinden dieſe Wirkungen, während ſie im umgekehrten Falle um ſo ſichtbarer hervortreten.

Nicht nur die rein materielle, auch die geiſtige Sphäre des Menſchen läßt ſich in gleicher Weiſe betrachten und liefert ähnliche Ergebniſſe. Freilich ſind hier die Schwierigkeiten der Unterſuchung größer, da man nur ſolche Handlungen ihr unterwerfen kann, die zu der Geſellſchaft ſelbſt in einer gewiſſen Beziehung ſtehen und deshalb von dieſer auch überwacht und einregiſtrirt werden, wie Verbrechen, Heirathen, oder Productionen ſolcher Art, die eine bleibende Spur hinterlaſſen. Das Reſultat aber iſt um ſo glänzender und liefert einen ſchönen Beweis für die Wahrheit der Sätze, die wir oben aus der Phyſiologie der Seelenthätigkeiten ableiteten. Je mehr ſcheinbar dieſe Handlungen von dem freien Willen des Einzelnen abhängen, deſto mehr ſind ſie unter ein in engen Gränzen ſich haltendes Geſetz gebeugt, das dem ſogenannten freien Willen ſeinen kategoriſchen Imperativ zuherrſcht. Der geſellige mittlere Menſch, wie ihn ſeine geiſtigen Productionen, ſeine Handlungen hinſtellen, hat keinen freien Willen mehr, ſondern gehorcht dem unabänderlichen Geſetze, das aus ſeiner Organiſation hervorgeht. Das iſt eine Seite der Forſchung, die noch bei Weitem zu wenig erfaßt und bearbeitet worden iſt. Man fühlt ihr Reſultat mehr, als man ſich deſſelben klar bewußt iſt. Die ältere Geſchichtſchreibung hielt ſich an die vorragenden Perſönlichkeiten

und Thatsachen; die Erforschung der inneren Zustände, der langsamen Entwickelung der Massen ist eine Aufgabe der neueren Zeit geworden. Diese Seite der Geschichtsforschung sucht zu ergründen, wie sich der mittlere geistige Mensch, der keinen freien Willen besitzt, im Laufe der Zeit entwickelt hat und welchen in der Organisation begründeten Gesetzen diese Entwickelung gefolgt ist. Eine solche Forschung konnte erst dann angebahnt werden, als man die Wichtigkeit der Massenresultate einsehen gelernt hatte.

Verfolgen wir zuerst den mittleren Menschen in seiner individuellen Entwickelung durch das Leben hindurch. Schon bei der Geburt zeigt sich ein Unterschied zwischen beiden Geschlechtern in der Entwickelung des Körpers. Der neugeborene Knabe ist im Allgemeinen um $^1/_{20}$ bis $^1/_{10}$ schwerer und um $^1/_{67}$ bis $^1/_{50}$ länger, als das neugeborene Mädchen. Die neugeborenen Knaben wiegen nämlich im Durchschnitte 3,20 Kilogramm; die neugeborenen Mädchen 2,91 Kilogramm, und die neugeborenen Knaben messen 0,496 Meter, während die neugeborenen Mädchen 0,483 Meter messen. Unmittelbar nach der Geburt nimmt das Kind nur äußerst wenige Nahrung zu sich, und da in den ersten Tagen Ausleerungen bedeutender Mengen von Kindspech erfolgen, so nimmt es an Gewicht in den ersten drei Tagen ab. Dann aber steigt sein Gewicht mit rasender Schnelligkeit, während zugleich die Körperlänge ganz bedeutend zunimmt, so daß am Ende des ersten Jahres das Kind um zwei Fünftel länger geworden ist, als es bei der Geburt war. Das Wachsthum in die Länge erreicht schneller sein Ende, als die Zunahme des Gewichtes, indem ersteres schon zwischen 20 bis 30 Jahren gänzlich vollendet wird, während der Mann das Maximum seines Körpergewichtes um das vierzigste, die Frau dagegen um das fünfzigste Lebensjahr erreicht. Der Mann ist dann 3,37 mal länger und wiegt 20 mal schwerer als der neugeborene Knabe; die Frau dagegen ist nur 19 mal schwerer als das neugeborene Mädchen und nur 3,22 mal so lang. Setzt man das Körpergewicht des Neugeborenen gleich 1, so erhält man folgende Zahlen

für die Maſſenentwickelung des Menſchen während ſeiner Lebensdauer:

Jahr	Mann	Weib	Jahr	Mann	Weib
0	1,000	1,000	14	12,113	12,612
1	2,953	3,021	15	13,631	13,872
2	3,544	3,667	16	15,522	14,973
3	3,897	4,052	17	16,516	16,258
4	4,447	4,467	18	18,078	17,536
5	4,928	4,935	20	18,769	17,966
6	5,388	5,498	25	19,666	18,310
7	5,969	6,028	30	19,891	18,670
8	6,488	6,557	40	19,897	18,980
9	7,078	7,340	50	19,831	19,299
10	7,663	8,083	60	19,357	18,660
11	8,469	8,815	70	18,600	17,701
12	9,319	10,246	80	18,072	16,966
13	10,744	11,320	90	18,072	16,955

Man ſieht aus dieſer Tabelle, daß die Körpermaſſe fortwährend in dem Greiſenalter ſinkt, wenn auch in weniger bedeutendem Verhältniß, als ſie während der Jugend zugenommen hat. Auch die Körperlänge nimmt in dem Greiſenalter beſtändig ab, nachdem ſie von dreißig bis fünfzig Jahren ſich auf derſelben Höhe erhalten hat.

Betrachtet man die geiſtige Entwickelung des mittleren Menſchen, ſo zeigen ſich übereinſtimmende Reſultate. Erſt neuerlich bin ich von einem älteren Arzte darauf aufmerkſam gemacht worden, daß in dem Greiſenalter das Volumen des Schädels abnimmt, nicht allein, wie man glauben könnte, durch Vertrocknung der Kopfſchwarte und Verminderung der Haare, ſondern, wie Jener verſicherte, durch wirkliche Verkleinerung des knöchernen Schädels. Kann es verwundern, wenn in Hinſicht der geiſtigen Productionen daſſelbe Verhältniß ſtattfindet und wenn das Sprüchwort: vieux soldat, vieille bête — auch auf die übrigen Stände ſeine Anwendung finden muß? Man hat die Entwickelung des dramatiſchen Talents dadurch klar zu machen geſucht, daß man die Productionsjahre der Hauptwerke der engliſchen und franzöſiſchen Bühne neben einander ſtellte

und nach ihrem Werthe classificirte. Die besten Trauerspiele fallen in die Lebensjahre zwischen 30 und 40; die besten Lustspiele zwischen die Jahre 40 und 55; eine Erscheinung, die sich leicht erklärt, wenn man bedenkt, daß zu den Tragödien mehr Pathos, Einbildungskraft, Leidenschaft und Sentimentalität; zu den Lustspielen dagegen größere Menschenkenntniß, längere Beobachtung, kritische Schärfe gehören. Die dramatischen Werke aber, welche nach dem 55. Lebensjahre in England und Frankreich producirt wurden, gehören meistens zu demjenigen Schunde, der der Aufbewahrung nicht werth ist, und verdanken ihre Erhaltung oft nur dem Namen, der durch frühere Leistungen berühmt geworden war. Man kann wohl auch, ohne in derselben Weise, wie Quetelet, genauere Untersuchungen über die deutschen Schriftsteller anzustellen, den Satz auf diese ausdehnen, und somit, auf statistische Gründe gestützt, manchem Dichter ein Halt zurufen. Auch in den übrigen Künsten und Wissenschaften findet man dasselbe Verhältniß wiederholt. Die philosophischen Systeme, welche mächtig in den Gang der Wissenschaften eingriffen, die gewaltigen Umwandlungen, welche von Einzelnen in Religion, Sitten und Gebräuchen hervorgebracht wurden, die großartigen Erfindungen und Verbesserungen, die in Künsten und Gewerben einen Umschwung hervorriefen, gingen und gehen alle von Männern aus, welche das Blüthenalter der körperlichen und geistigen Entwickelung nicht überschritten hatten. Die Thätigkeit des höheren Alters beschränkt sich bei den Bevorzugten auf Sammlung und Ausarbeitung der Entwürfe und der Gedanken, welche in dem jüngeren Alter zuerst gefaßt wurden, während sie bei dem minder Bevorzugten gänzlich zurücksinkt, oder selbst eine verderbliche Richtung einschlägt. So finden wir, daß Newton schon zu 24 Jahren die Differenzialrechnung erfand, im kräftigen Blüthenalter seine darauf basirten Untersuchungen fortsetzend die Theorie der Schwere feststellte, später aber nichtsnutzigen theologischen Kram schrieb, der jetzt längst vergessen ist und seine frühere Thätigkeit förmlich verdammte. Lagrange bearbeitete schon zu 18 Jahren die Variationsrechnung; Raphael hatte in dem

30. Jahre seine sämmtlichen Compositionen ausgearbeitet und Mozart in demselben Lebensalter seine trefflichsten Werke geliefert. Christus, Schelling und Feuerbach können als Beweise desselben Satzes in den philosophischen Wissenschaften, Alexander der Große und Napoleon in der Sphäre der Feldherren, Arkwright und Jacquard in derjenigen der Erfinder dienen. Ueberall begegnen wir demselben Gesetze: daß die geistige Productionsfähigkeit mit der körperlichen erlischt und das höhere Alter demnach hinsichtlich seines Gehirnes eben so abnimmt, wie hinsichtlich seiner übrigen Körperorgane.

In Beziehung auf die Gesellschaft sind die wichtigsten Verhältnisse diejenigen, welche sich auf die Sterblichkeit beziehen. Wir führten schon an, daß in allen größeren Ländern mehr Knaben als Mädchen geboren werden, und daß im Mittel für Europa, so weit man die Bevölkerungslisten vergleichen konnte, 106 Knaben und 100 Mädchen geboren werden. Eben so erwähnten wir schon, daß dies Verhältniß hauptsächlich in dem Altersunterschiede der Zeugenden begründet ist, und daß in denjenigen Staaten, wo klimatische oder staatliche Verhältnisse den Mann erst spät zum Heirathen kommen lassen, die Zahl der neugeborenen Knaben auch um so größer ausfällt; deshalb finden wir in Rußland nahezu 109 Knaben auf 100 Mädchen; in Frankreich, den Niederlanden, Oestreich und Preußen etwa die Mittelzahl, in Würtemberg und Rheinpreußen, namentlich aber in England, etwas unter der Mittelzahl, nämlich nur 104 bis 105 Knaben auf 100 Mädchen. Auch erklärt sich aus demselben Umstande die Erscheinung, daß in den legitimen Ehen, zu deren Schließung der Mann sich erst eine gewisse Stellung in der Gesellschaft erobert haben muß, das Uebergewicht der Knaben bedeutender ausfällt, als bei den unehelichen Geburten, zu welchen meistens die Liebe gleichalteriger Zeugenden zusammenwirkt. In dem ersten Jahre schon gleicht sich indeß das Mißverhältniß zwischen den beiden Geschlechtern aus, indem verhältnißmäßig mehr Knaben todtgeboren werden und auch eine

größere Verhältnißzahl männlicher Säuglinge im ersten Lebensjahre stirbt.

In dem ersten Lebensjahre ist die Sterblichkeit am Bedeutendsten. Der Uebergang aus dem fötalen Leben in das Säuglingsleben bedarf einer solchen Menge durchgreifender organischer Veränderungen, der Säugling selbst einer so großen Sorgfalt für die Erhaltung seiner sämmtlichen Functionen, daß es nicht verwundern darf, wenn in den ersten Lebensmonaten in den civilisirten Gegenden etwa $^1/_3$, in Rußland dagegen mehr als die Hälfte der Neugeborenen dahinstirbt. Hat der Säugling einmal das erste Lebensjahr überschritten, so sind die Gefahren, die ihm drohen, bei weitem verringert, und in einem Alter von 5 Jahren ist das Kind so weit gelangt, daß es am wenigsten ausgesetzt ist. Es ist demnach weit wahrscheinlicher, daß ein Kind von 5 Jahren noch mehr Jahre am Leben bleiben wird, als ein Neugeborenes, das diese kritische Periode noch nicht durchlebt hat. Untersucht man, wie viele Individuen von einer bestimmten Anzahl Geborener in einem gewissen Alter noch am Leben sind, so erhält man Zahlen, die man der Berechnung der wahrscheinlichen Lebensdauer zu Grunde legen kann, eine Berechnung, die besonders für Tontinen, Lebensversicherungsanstalten und ähnliche Unternehmungen von der größten Wichtigkeit ist. Wir geben hier eine Uebersicht der Anzahl von Individuen, welche von 10000 Geborenen zu gewissen Altern noch am Leben sind.

Alter in Jahren	Preußen nach Hoffmann (1826—1834)	Belgien nach Quetelet	Canton Bern nach Schneider
1	7506	7753	7782
10	5310	5826	6982
20	4852	5345	6559
30	4303	4676	6033
40	3748	4089	5446
50	3078	3479	4686
60	2264	2724	3680
70	1242	1702	2096
80	399	587	591
90	51	68	23

Außerordentlichen Einfluß auf die Sterblichkeitsverhältniſſe haben die Nebenumſtände, die auf äußeren Einwirkungen beruhen. Reichthum oder Armuth ſtehen hier in erſter Linie, namentlich bei dem Kindesalter, das der ſorgſamen Pflege bedarf. In Paris hat man bei Vergleichung der Todtenliſten aus den verſchiedenen Stadtvierteln gefunden, daß in den wohlhabenden und reichen Quartieren auf 100 Todte 32 Kinder kamen, in den armen Stadtvierteln dagegen unter eben ſo viel Todten 59 Kinder ſich befanden. In Berlin ſtellte ſich das Verhältniß noch erſchreckender heraus: — unter 100 Todten aus armen Familien waren 34 Kinder unter 5 Jahren, während für eben ſo viel Todte aus vornehmen und reichen Familien nicht ganz ein Kind von dieſem Alter gerechnet werden konnte. Aber auch in den ſpäteren Lebensaltern macht ſich der Einfluß der Armuth geltend, wenn auch in geringerem Grade, da man wohl ſagen muß, daß derjenige Organismus, der durch die Gefahren der erſten fünf Jahre ſich durchgekämpft hat, eine bedeutende Zähigkeit haben muß. Die ärmſten Stände in Paris, wie Lumpenſammler, ſterben 10 Jahre früher aus, als die Reichen, von 25—80 Jahren iſt ihr Tribut an den Kirchhof verhältnißmäßig weit größer. Nur in demjenigen Lebensalter, wo der Reichthum die Vergeudung aller Jugendkräfte geſtattet, iſt auch die Sterblichkeit in den höheren Ständen derjenigen der Armen gleich. Der Arme, ſagt ein neuerer Schriftſteller, verliert nicht nur viele Annehmlichkeiten, ſondern auch eine Reihe von Jahren ſeines eigenen Lebens und desjenigen ſeiner Kinder. Der Fluch laſtet auf ihm von Anfang bis zu Ende; die Sichel des Todes trifft ihn und ſeine Nachkommenſchaft mit der vollen Schärfe, während die Reicheren nur wie durch Zufall erfaßt werden.

Der Beruf des Menſchen, ſein Stand und ſeine Beſchäftigung üben den größten Einfluß auf die Dauer des Lebens aus. Diejenigen Stände, welche in eingeſchloſſenen Räumen oder in jedem Wind und Wetter draußen arbeiten müſſen, die nur geringen Verdienſt haben und deren Schlaf öfter geſtört wird, haben eine geringere Lebensdauer, als diejenigen, bei welchen

weniger Sorge, weniger Arbeit und ungeſtörter Schlaf, nebſt gemäßigtem und freiwilligem Aufenthalt im Freien vorhanden ſind. Arbeitsloſigkeit iſt eine der erſten Bedingungen eines längeren Lebens, weshalb man denn auch in allen Ländern findet, daß die zum Faullenzerleben privilegirten Geiſtlichen die längſte Lebensdauer beſitzen, während die Aerzte, deren Nachtruhe häufig geſtört wird, überall unter den ſtudirten Ständen die kürzeſte Lebensdauer haben. Riecke fand für die ſtudirten Stände Würtembergs, daß katholiſche Geiſtliche am längſten leben; — nach ihnen unmittelbar folgen die evangeliſchen Geiſtlichen, dann die Staatsdiener, bei welchen freilich die Waagſchale für die höheren Stellen günſtiger ausfällt, als für die Subalternbeamten. Hierauf kommen die Forſtbeamten, dann die mit Stunden überhäuften und ſchlecht bezahlten Schullehrer und endlich die Aerzte, welche die kürzeſte Lebensdauer zeigen. Lombard in Genf zog aus den Todtenregiſtern von 1796—1830 ſämmtliche über 16 Jahr alt Verſtorbenen aus und ordnete ſie nach den verſchiedenen Ständen. Die mittlere Lebensdauer der 8488 Individuen, die er auf dieſe Weiſe ſeiner Berechnung unterzog, betrug 55 Jahre. Ueber dieſe Mittelzahl hinaus lebten folgende Stände: Zimmerleute, Gerber, Maurer und Uhrmacher 55 Jahre und ein Bruchtheil; Schenkwirthe 56 Jahre; Perückenmacher 57 Jahre; Holzhauer, Kaufleute, Gerichtsdiener und Gießer 59 Jahre; Gärtner und Weber 60 Jahre; Goldarbeiter und Subalternbeamte über 61½ Jahre; Großhändler 62 Jahre; reformirte Geiſtliche 64 Jahre; Capitaliſten 66 Jahre; die höheren Beamten und Syndics der Republik ſogar 69 Jahre; woraus man nach den oben feſtgeſtellten Grundſätzen über die geiſtige Entwickelung vielleicht den Schluß ziehen dürfte: daß Genf in der erwähnten Zeit nicht mit außergewöhnlicher Einſicht regiert wurde. Unter der mittleren Lebensdauer von 55 Jahren blieben Bettmacher, Bauern, Graveure, Hufſchmiede, Drucker, Schuſter, Schneider, Böttger und Aerzte, die höchſtens 54 Jahre lebten; Fleiſcher 53 Jahre; Taglöhner, Uhrgehäusmacher und Kattundrucker 52 Jahre; Fuhrleute und Schreiber 51 Jahre; Bäcker,

Schreiner, Bijoutiers und Schiffer 49 Jahre; Emailleurs 48 Jahre; Schloſſer 47 Jahre; Lackirer 44 Jahre. Bei vielen dieſer Gewerbe iſt es die Noth, der unzureichende Lebensunterhalt, bei anderen die Schädlichkeit des Gewerbes ſelbſt, bei dem Metalldünſte oder ſonſtige ſchädliche Subſtanzen eingeathmet werden, was die mittlere Lebensdauer auf dieſe Weiſe herabdrückt.

Die Anhäufung der Menſchen in größeren Centralpunkten, wie z. B. in volkreichen Städten, häuft eine Menge von Sterblichkeitsurſachen, die auf dem Lande nicht exiſtiren. Jedermann weiß, welchen ſchädlichen Einfluß das Zuſammendrängen in engen Wohnungen ohne Luft und Licht, das Genießen verfälſchter, verdorbener Nahrung und eine Menge andere Dinge haben, die auf dem Lande entweder nicht vorhanden ſind, oder durch ihre Zerſtreuung keine weſentliche Wirkung üben können. Auch hier ſtellt ſich die größere Schädlichkeit in den früheren Lebensjahren heraus, ſo daß das ſpätere Lebensalter ſogar vortheilhaftere Bedingungen in den Städten findet. Am Verderblichſten iſt die Anhäufung größerer Fabriken, wie man daraus erſehen kann, daß in Mühlhauſen in den Jahren 1823—1834 die wahrſcheinliche Lebensdauer der Neugeborenen nur $7^1/_2$ Jahr betrug, während ſie für das ganze Departement des Oberrheins zwar auch noch, der vielen Fabrikorte wegen, ſehr ungünſtig ausfiel, aber doch durch die Beimiſchung einer größeren Landbevölkerung bis auf $13^1/_2$ Jahr ſtieg. Und ſo können wir denn wohl als Reſultat unſerer ganzen Unterſuchung bezeichnen: daß überall, wo größere Anhäufung und Mangel der materiellen Bedürfniſſe und angeſtrengte Arbeit zuſammenwirken, die ungünſtigſten Bedingungen für die Fortdauer des Lebens hergeſtellt werden, während Wohlhabenheit, Befriedigung der Bedürfniſſe, mehr zerſtreutes Wohnen und Faullenzerei das Leben möglichſt verlängern. Merkwürdig iſt es allerdings, daß gerade die Arbeit, welche die Bedingung des Fortſchrittes der Menſchheit iſt, darum auch wieder den Keim zu ihrem Verderben in ſich trägt. Auf der andern Seite aber dürfen wir es als einen Beweis des Fort-

ſchrittes unſerer Zeit anſehen, daß in der That die mittlere Lebensdauer in denjenigen Ländern, welche man genauer unterſuchen konnte, in den letzten 50 Jahren bedeutend zugenommen hat, ſo daß man wohl ſagen darf, daß die Anſtrengungen, die man in dieſer Richtung gemacht hat, von günſtigem Erfolge gekrönt ſind.

Es würde zu weit führen, wollten wir hier noch alle diejenigen Urſachen, die auf das Sterblichkeitsverhältniß Einfluß haben können, wie klimatiſche Verhältniſſe, Noth-, Hunger- und Kriegsjahre, Peſt und Seuchen näher in das Auge faſſen; — nur das ſei uns noch erlaubt hervorzuheben, daß gerade das Unvermeidliche, der Tod, am meiſten durch den Willen und die Anſtrengungen der Geſellſchaft in ſeinen Reſultaten modificirt werden kann, und daß keine Größe der ſtatiſtiſchen Phyſiologie ſo ſchwankend und veränderlich, ſo ſehr von äußeren Urſachen, ſtaatlichen und geſellſchaftlichen Umſtänden abhängig iſt, als gerade die mittlere Lebensdauer.

Ganz anders verhält es ſich, ſobald wir die Entwickelung der geiſtigen Zuſtände in der Geſellſchaft in das Auge faſſen. Hier, wo man glauben ſollte, daß Alles in den weiteſten Gränzen fluctuiren müßte, ziehen ſich dieſe im Gegentheile ſo enge zuſammen, daß es kaum möglich iſt, Schwankungen zu conſtatiren. Quetelet hat in Belgien Unterſuchungen über die Reſultate der Schulprüfungen angeſtellt. Während 20 Jahren war es faſt immer dieſelbe Commiſſion, die mit geringen Perſonalabänderungen die Prüfungen beurtheilte und die erhaltenen Reſultate durch angenommene Zahlen bezeichnete. Die Mittelzahl aus dieſen Zahlen giebt einen numeriſchen Ausdruck für das Wiſſen des geprüften Individuums und läßt ſich mit dem Ausdrucke anderer Individuen vergleichen. Die Mittelzahl aus allen Schülern genommen, ergiebt einen Ausdruck für den Studienwerth im Ganzen, der mit dem anderer Jahre verglichen werden kann. Man hat auf dieſe Weiſe gefunden, daß der Einfluß der Profeſſoren auf den Mittelwerth der Leiſtungen der Schüler ziemlich unbedeutend iſt, und daß im Durchſchnitt dieſer Mittel-

werth in den verſchiedenen Jahren nur in ſehr engen Gränzen variirt.

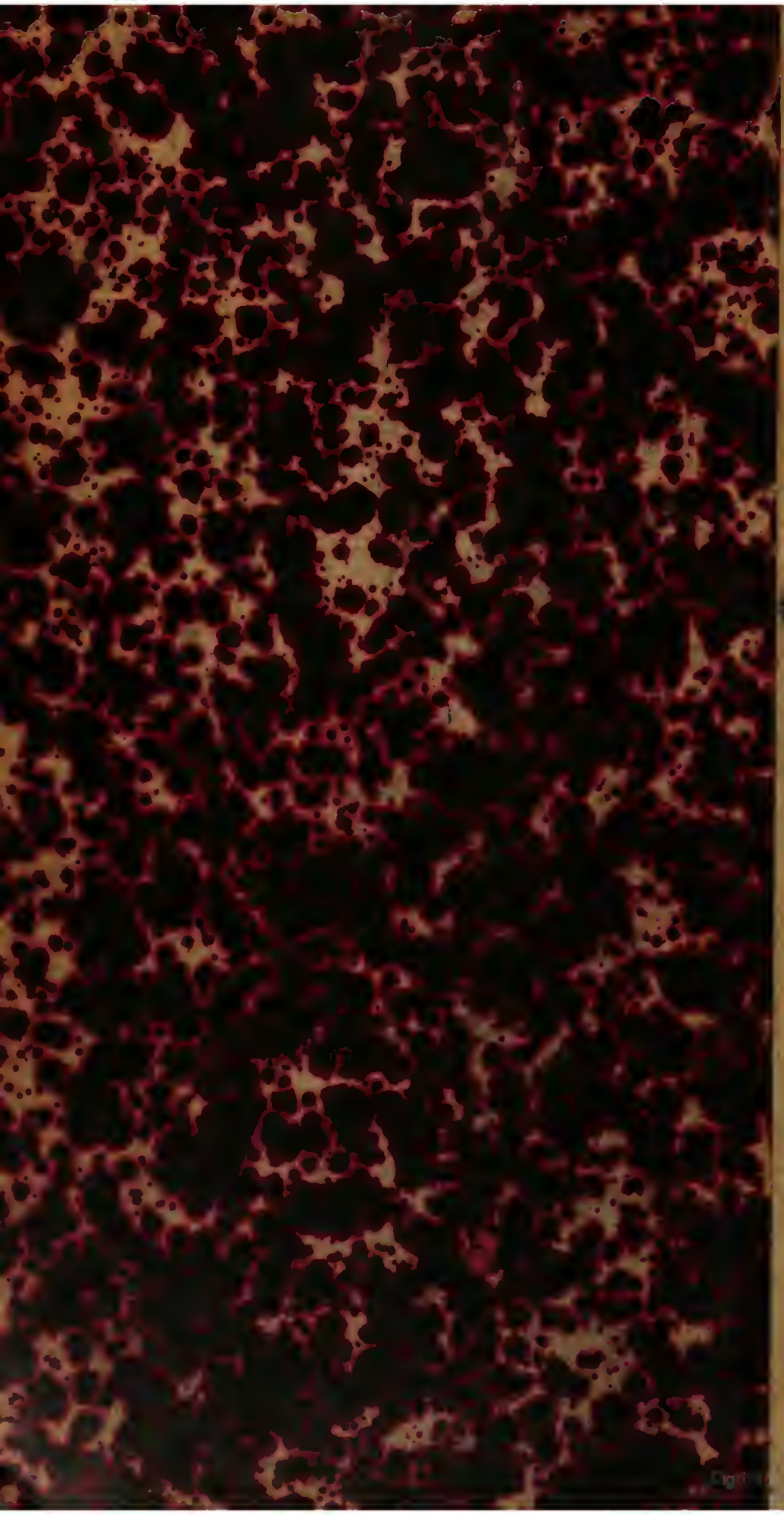
Das Heirathen erſcheint unter den Handlungen, welche den Staat intereſſiren, als diejenige, welche am meiſten von dem freien Willen abhängt; und man ſollte glauben, daß die jährliche Zahl der Heirathen in einem beſtimmten Lande je nach den Zeitverhältniſſen außerordentlich verſchieden ſein müſſe. Gerade das Gegentheil findet ſtatt. Die Zahl der Todesfälle in Belgien z. B. iſt bei weitem nicht ſo conſtant, als diejenige der Heirathen. Im Verhältniſſe zu der Volkszahl iſt dieſe letztere Zahl genau dieſelbe geblieben während 20 auf einander folgenden Jahren. Der Belgier zahlt ſeinen Tribut regelmäßiger an die Mairie, als an den Todtengräber. Und nicht nur im Allgemeinen hat dieſe Zahl ihre conſtante Größe behalten, ſondern auch im Verhältniß zum Alter iſt ſie dieſelbe geblieben, und ebenſo iſt das Verhältniß der Heirathen zwiſchen Junggeſellen und Jungfrauen, Junggeſellen und Wittwen, Wittwern und Jungfrauen, Wittwern und Wittwen durchaus daſſelbe geblieben. Hätte man geſetzliche Beſtimmungen getroffen, wonach nur eine beſtimmte Anzahl von Heirathen und nur eine beſtimmte Zahl für ein beſtimmtes Alter ſtattfinden ſollte: dieſe Beſtimmungen könnten nicht beſſer eingehalten werden, als jetzt, wo die Heirath ganz in dem freien Willen und der freien Uebereinkunft der Einzelnen begründet iſt. Dieſelbe Geſetzmäßigkeit wiederholt ſich in Hinſicht der Verbrechen, der Verſtümmelungen, welche ſich die Recruten beibringen, um dem Kriegsdienſte zu entgehen, hinſichtlich der Briefbeſorgung, indem alljährlich eine beſtimmte Anzahl offener Briefe, mit unleſerlichen Adreſſen oder ganz ohne Adreſſe auf die Poſt geworfen werden. Alle dieſe ſcheinbar ſo zufälligen oder dem freien Willen des Einzelnen unterworfenen Handlungen haben ihre geſetzmäßige Regelung und ihre beſtimmte Verhältnißzahl zu der Geſellſchaft, und man darf deshalb gewiß behaupten: daß der freie Wille wohl für den Einzelnen, nicht aber für die Geſellſchaft, die Nation, die ganze Menſchheit beſteht, die nach genau normirten Geſetzen in abſoluter Nothwendigkeit ſich fort-

bewegt. Dieſe Geſetze, ſowie ſie einerſeits die individuellen Handlungen beherrſchen und ihnen ihren Stempel aufdrücken, werden doch anderſeits wieder durch die äußeren Verhältniſſe und durch die eigenthümliche Organiſation der Völker bedingt. So heirathet der Wallone im Durchſchnitt zwei Jahre früher, als der Flamänder, und die verwittweten Perſonen verheirathen ſich häufiger bei dem erſten Volk wieder, als bei dem letzteren. So erreicht der Trieb zum Verbrechen ſeine größte Höhe in Frankreich im 24., in England im 25., in Belgien im 26. Jahre, während die einzelnen Verbrechen ihr Maximum nach dem Alter der Verbrecher in folgender Ordnung erreichen: Diebſtahl, Nothzucht, Schläge und Wunden, culpoſer Todtſchlag, Mord, Vergiftung, endlich Fälſchung. Man ſieht demnach, daß die gewaltſamen Verbrechen mehr in jüngeren Jahren, die mit gewiſſer Liſt verbundenen im höheren Lebensalter vorkommen. Auch für den Selbſtmord exiſtiren ähnliche Geſetze. Die Neigung dazu entwickelt ſich von Kindheit an, nimmt bedeutend im Erwachſenen zu, und wächſt beſtändig, aber langſam, bis zu dem höchſten Greiſenalter.

Wir ſind am Schluſſe unſerer Darſtellung angelangt, die nur lückenhaft ſein konnte auf ſo weitem Felde, das ohnedem nur mit Unterbrechungen angebaut iſt. Möge es gelungen ſein, klare Einſicht in oft verwickelte Vorgänge verſchafft und Licht, wenn auch nur Streiflicht, über die Natur des Menſchen, ſeine Organiſation und ſeine Functionen geworfen zu haben. „Ich habe mich lange Zeit mit dem Studium der abſtracten Wiſſenſchaften beſchäftigt," ſagte Pascal. „Daß ich ſo wenig Leute fand, mit denen ich mich darüber unterhalten konnte, war mir befremdend. Als ich das Studium des Menſchen begann, ſah ich, daß die abſtracten Wiſſenſchaften dem Menſchen entfernter liegen und daß ich bei ihrer Verfolgung mehr von meiner urſprünglichen Natur abkam, als Diejenigen, welche

dieſen Wiſſenſchaften fremd blieben. Ich vergab ihnen. Ich glaubte wenigſtens bei dem Studium des Menſchen Gefährten zu finden, weil dieſe Wiſſenſchaft ja den Menſchen ſelbſt betrifft. Ich irrte mich. Es giebt noch viel weniger Menſchen, welche den Menſchen ſtudiren, als Solche, welche Mathematik treiben."

Möge uns dieſer Vorwurf ſtets weniger gemacht werden können.

Biblioteca Nazionale NAPOLI
6 h 5081

Druck von Wilhelm Keller in Gießen.